This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

K-QK
711
L4

UC-NRLF
B 3 878 866

Ex-libris
Charles Atwood
Kofoid

THE LIBRARY
OF
THE UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

PRESENTED BY
PROF. CHARLES A. KOFOID AND
MRS. PRUDENCE W. KOFOID

Lestiboudois, Thém
1840.

ÉTUDES

SUR

L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE

DES VÉGÉTAUX,

Par Thém. LESTIBOUDOIS,

Docteur en médecine, Professeur de botanique, etc.

LE TEXTE EST ACCOMPAGNÉ DE 235 FIGURES.

PARIS,

TREUTTEL et WURTZ, libraires, rue de Lille, 17.

A STRASBOURG, même raison de commerce, Grand'Rue, 15.

LILLE,

VANACKERE fils, imprimeur-libraire, place du Théâtre, 10.

1840.

ÉTUDES

SUR

L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE

DES VÉGÉTAUX.

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR.

BOTANOGRAPHIE ÉLÉMENTAIRE, 1 vol. in-8o.

BOTANOGRAPHIE BELGIQUE, 2 vol. in-8o.

BOTANOGRAPHIE UNIVERSELLE, 2 vol. in-8o.

BOTANIQUE DES DAMES, 3 vol. in-18 avec planches.

DES COLONIES SUCRIÈRES ET DE LA SUCRERIE INDIGÈNE. 1 vol. in-8o.

Lille. — Imp. de L. Danel.

ÉTUDES

SUR

L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE

DES VÉGÉTAUX,

Par Thém. LESTIBOUDOIS,

Docteur en médecine, Professeur de botanique, Membre correspondant de l'Académie royale de médecine, de la Société royale d'agriculture de Paris, des Sociétés académiques de Lille, Dijon, Douai, Arras, Strasbourg, de l'Arriège, Gand, Anvers, de la Société minéralogique d'Iéna, médico-botanique de Londres, d'histoire naturelle de Paris, etc.

Ouvrage lu à la Société royale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille, le 2 novembre 1838.

LE TEXTE EST ACCOMPAGNÉ DE 235 FIGURES.

PARIS,

TREUTTEL et WURTZ, libraires, rue de Lille, 17.
A STRASBOURG, même raison de commerce, Grand'Rue, 15.

LILLE,

VANACKERE fils, impr.-libr., place du Théâtre, 10.

1840.

ERRATA.

Page 223, ligne 21, au lieu de *fig.* 4; lisez : *fig.* 1.

Page 224, ligne 24, au lieu de *fig* 5; lisez : *fig.* 2.

K-QK 711
L4
Bel

ÉTUDES

SUR L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE

DES VÉGÉTAUX,

Par M. Thém. Lestiboudois,

Député du Nord,

Docteur en Médecine, professeur de botanique, etc.

ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DES VÉGÉTAUX.

Les végétaux sont composés de *principes élémentaires* empruntés au règne inorganique.

Ce sont l'oxygène, l'hydrogène, le carbone, l'azote, plusieurs oxydes, tels que la potasse, la soude, la silice, l'oxyde de fer, plusieurs sels, etc., etc.

Ces principes, sous l'influence des lois vitales, se combinent de manière à former des *composés*, qu'on ne rencontre que dans les êtres organisés et qu'on nomme *principes immédiats* des végétaux.

Ces principes sont très-nombreux; ce sont : le ligneux, le sucre, le tannin, les gommes, les résines, les huiles fixes, les huiles volatiles, les acides végétaux, tels que l'acide malique, oxalique, citrique; les bases salifiables, telles que la quinine, la morphine, etc., etc.

Tous ces corps sont composés d'hydrogène, d'oxygène et de carbone; l'azote, principe qu'on rencontre spécialement dans les

M371968

tissus des animaux, entre aussi dans la composition de quelques produits végétaux (1).

Les principes immédiats ne diffèrent donc les uns des autres que par les proportions des corps qui entrent dans leur composition.

Ils constituent tous les *éléments organiques*. L'élément organique *primitif* est un *globule*; l'ensemble des globules constitue la *globuline*.

Les globules se rencontrent dans la sève élaborée; ils sont transparents, mous, d'un volume inégal, en raison de leur âge probablement, imparfaitement globuleux à l'époque de leur première formation.

Ils jouissent d'une vie indépendante; M. Schultz leur attribue un mouvement de contraction propre.

Ces globules sont déposés, à l'état libre, dans certaines parties du végétal et constituent la *fécule*.

Ils sont susceptibles de se colorer en vert, en jaune, en rouge, et donnent ces couleurs aux tissus dans lesquels ils sont déposés; ils constituent alors ce qu'on nomme *chlorophylle*.

Par leur réunion, ils constituent des *lamelles*, qui forment le tissu *lamellaire*, base de toutes les parties du végétal.

Le tissu lamellaire se présente sous deux formes : le tissu *utriculaire* et le tissu *vasculaire*.

Le tissu utriculaire est ainsi nommé parce qu'il est formé de petites *utricules* séparées; les intervalles sont plus ou moins visibles, de sorte que les cloisons sont formées de deux parois plus ou moins accolées. On appelle *méats* les intervalles qui les séparent.

---

(1) Selon M. Payen, les tissus des végétaux ne contiennent jamais d'azote; ce principe ne se rencontre que dans les parties continues, surtout dans les parties jeunes, tandis qu'il entre comme élément constitutif des tissus des animaux. Ce serait là le caractère différentiel des individus des deux régnes, selon le chimiste que nous venons de citer.

Les utricules se présentent sous diverses formes. Généralement leur section est hexagonale, en raison de la pression qu'elles exercent mutuellement les unes sur les autres. Elles sont ou arrondies, c'est-à-dire à peu près aussi longues que larges, *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 5 T, R; ou *tubiformes*, c'est-à-dire alongées en tube; ou tronquées, c'est-à-dire ayant des extrémités qui se rencontrent par une surface aussi large que la section des utricules, *C. Pepo*, fig. 5 B; ou *fusiformes*, se rétrécissant en pointe pour se loger entre les extrémités des utricules voisines, *C. Pepo*, fig. 9.

Quelquefois elles sont *rameuses* et s'abouchent par leurs embranchements, de manière à former un réseau, comme dans les stipules de *Ficus elastica*, pl. VII, fig. 1 G.

Les utricules sont quelquefois minces, transparentes, ne présentant aucune ponctuation; d'autres fois, elles sont munies de ponctuations très-grandes, qu'on prendrait pour des ouvertures; elles sont alors encore transparentes, très-minces et incomplètement formées.

Tantôt elles sont munies de ponctuations analogues à celles des vaisseaux et disposées en lignes transversales régulières ou confusément éparses. On les nomme alors *poreuses*.

Tantôt elles sont munies de raies transversales. On les a appelées alors *scalariformes*.

Enfin, elles présentent des lignes en spirales, comme l'a fait voir Schultz, et sont susceptibles de se diviser en lames spiralées, selon M. de Mirbel (Mémoire sur le *Marchantia*); on les nomme alors *spiralées*.

Dans certaines parties du végétal, *Asclepias*, pl. VI, fig. 4 *g*, elles contiennent des grains arrondis, verts ou blancs; ces grains sont de volumes divers, *Asclepias*, pl. VI, fig. 5, et *Chelidonium*, pl. IV, fig. 12; ils forment la globuline comme nous l'avons dit, ils sont quelquefois si abondants dans la racine de la carotte, de l'*Asclepias*, par exemple, que lorsqu'on met une tranche

mince de ces plantes sur un verre mouillé, on voit, à la simple loupe, se former un courant de globules excessivement nombreux.

D'autres fois les cellules ne contiennent pas de globuline, ou en contiennent très-peu, comme dans la racine de la Betterave. On remarque souvent que la médulle centrale en est privée. Quelquefois, cependant, les utricules du centre en contiennent, comme celles de l'écorce, *Asclepias*, pl. VI, fig. 4 *a*.

Dans la souche du *Chelidonium*, les utricules sont tellement pleines de globuline, que lorsqu'on détruit leur tissu par la macération, la globuline conserve la forme des utricules, pl. IV, fig. 10 et 11.

Dans quelques plantes, les utricules renferment des corps *fusiformes*, qu'on a appelés *fusidies*, Ex. *Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 13.

Le tissu utriculaire est *transparent*, subgélatiniforme, gorgé de sucs, à parois excessivement minces, dans les parties qui commencent à se former. Il est encore *succulent*, c'est-à-dire gorgé de sucs, mais à parois plus visibles, dans les parties nouvelles déjà constituées.

Il est *sec*, ou à l'état *médulleux*, dans la médulle centrale de la plupart des tiges, etc.

Enfin, dans certains points il est *parenchymateux*, c'est-à-dire plein de sucs plus épais, subgélatiniformes, destinés à prendre plus de consistance et à donner aux parois des utricules une épaisseur notable; dans ce cas, la cavité devient de moins en moins grande, mais ne se comble pas entièrement. Il reste au centre une ponctuation qui paraît noirâtre. Cette partie centrale est ou vide ou remplie par des globules. Ex. *Sambucus*, pl. X, fig. 9.

Le tissu parenchymateux est tantôt blanc, *Chelidonium majus*, pl. IV, fig. 2 *i*; tantôt jaunâtre, *c*, *h*; tantôt vert.

Le tissu vasculaire se présente sous la forme de tubes alongés.

Il forme deux ordres de *vaisseaux* bien distincts : 1.° les vaisseaux *propres*; 2.° les vaisseaux *trachéens*.

Les vaisseaux *propres* sont minces, transparents, sans ponctuations ni fentes, *ressemblant tout-à-fait aux cellules rameuses*, ne se distinguant bien que lorsqu'ils contiennent des liquides colorés. Ces vaisseaux sont anastomosés entre eux, mais à des intervalles qui paraissent fort éloignés; et leurs anastomoses sont difficiles à constater à cause des croisements qu'éprouvent les vaisseaux, et surtout parce qu'ils s'accolent les uns aux autres et se séparent de manière qu'on ne peut distinguer une agglutination d'une véritable anastomose. Ex. *Ficus elastica*, pl. VII, fig. 1.

Cependant le cours des liquides montre parfois que les globules passent d'un vaisseau dans l'autre. Dans certains végétaux l'anastomose est parfaitement évidente. Ainsi dans le *Rhus typhinum*, pl. VII. fig. 2, on voit sous l'épiderme de très-gros vaisseaux propres qui quelquefois se partagent en branches, et si l'on frotte avec une lame métallique une des branches, on fait marcher le liquide dans les autres.

Il arrive que les vaisseaux passent très-fréquemment d'un faisceau à un autre, et s'anastomosent de manière à former un réseau très-serré. C'est le cas le plus fréquent : Ex. *Rhus Typhinum*, pl. VII, fig. 3.

D'autres fois, au contraire, ils sont longs, parallèles, sans réunion rétiforme, sans ramifications, ni anastomoses; au moins ces anastomoses sont si rares qu'on ne les voit pas dans les dissections ordinaires. Ex. *Cannabis sativa*, pl. VII, et probablement toutes les plantes qui fournissent une filasse plus ou moins abondante; le *Vinca* présente aussi des vaisseaux parallèles et simples.

Les vaisseaux propres paraissent offrir quelquefois de loin en loin des sortes d'articulations : alors ils ne différeraient plus du tissu utriculaire alongé, surtout de celui qui est rameux et

rétiforme. La manière dont les utricules se réunissent par leurs embranchements donnerait une idée de la manière dont se forment les anastomoses. Les anastomoses des autres espèces de vaisseaux nous confirmeront dans cette pensée.

Si les vaisseaux propres sont articulés, ils ne sont pas cloisonnés, car j'ai vu les liquides passer à travers les articulations; mais celles-ci offrent un rétrécissement: ce qui le prouverait, c'est que, en ces points, les molécules en passant semblent éprouver comme un petit soubresaut.

On conçoit donc, d'après cela, que la réunion des tubes très-alongés qui constituent les vaisseaux propres, a lieu comme les anastomoses des utricules elles-mêmes: les deux membranes s'accolent; mais ensuite il se forme une ouverture au point de cohésion.

Lorsque les vaisseaux propres sont vides ils sont transparents: Quelquefois leur centre présente une ligne noirâtre comme si la partie moyenne était pleine; d'autres fois deux lignes noires comme si la cavité était vide; alors les parois déterminées par les lignes noires seraient épaisses, et la cavité intérieure petite.

Mais nous devons croire que les lignes noires ne sont que des lignes opaques résultant de l'agglutination des vaisseaux voisins. Effectivement, lorsque les vaisseaux propres sont pleins de liquides circulant, *Ficus elastica*, pl. VII, on voit que leur cavité est très-grande, et que leurs parois sont si minces et si translucides, que les molécules opaques qui nagent dans le liquide paraissent à peine contenues dans un vaisseau; elles semblent s'avancer jusqu'à la surface de la colonne que représente le vaisseau, et si l'on admet l'existence des parois, c'est parce que la colonne est toujours régulièrement circonscrite.

Le liquide renfermé dans les vaisseaux propres se distingue parce qu'il contient des molécules opaques et colorées. Ces molécules diffèrent des grains de la chlorophylle, parce qu'elles ne sont pas vertes, comme l'est ordinairement la chlorophylle, et

surtout parce qu'elles sont plus petites que les plus petits grains de la chlorophylle, qu'elles sont très-souvent irrégulièrement déterminées, muqueuses, et qu'elles s'agglutinent les unes aux autres.

Les molécules colorées sont plus ou moins nombreuses dans une même plante, selon les diverses parties dans lesquelles on les observe, ce qui donne au suc propre une couleur générale qui n'est pas la même. Ainsi dans les jeunes pousses du Chelidonium il est d'un jaune très-pâle, dans la tige d'un jaune bien prononcé, dans la racine d'un jaune orangé presque rougeâtre; dans les Euphorbes, le suc propre est d'un blanc bleuâtre dans les jeunes pousses, blanc dans la tige, d'un blanc jaunâtre dans la racine. Il faut remarquer que les sucs deviennent moins abondants et plus épais, à mesure que la couleur augmente d'intensité : en même temps les globules augmentent en nombre. Dans l'*Asclepias syriaca*, il est digne d'être noté que la racine ne fournit aucunement de sucs laiteux; il n'en sort ni par la zône corticale, ni par la partie centrale. En revanche les utricules sont obstruées de globuline.

On voit donc que le suc propre est d'autant plus élaboré qu'il est descendu plus bas : celui des racines est moins abondant, plus dense et plus coloré.

Il est donc certain que le cours de ce liquide se fait en général de haut en bas : cependant dans les stipules du *Ficus elastica*, on voit quelquefois des courants inverses dans deux vaisseaux parallèles; cela a lieu probablement dans les feuilles, parce que les fluides éprouvent une sorte de mouvement de rotation dans le réseau formé par les vaisseaux anastomosés. Le mouvement des sucs propres est parfois extrêmement rapide. Il se fait des encombrements de globules qui en arrêtent le cours : bientôt l'obstruction cesse parce qu'il se fait un appel dans un autre sens. Ce liquide semble circuler avec une assez grande force. Quand on coupe une tige d'*Asclepias syriaca*, on voit, à la loupe, que le liquide qui sort par les vaisseaux propres de la

partie centrale s'échappe par saccades, c'est-à-dire que le courant fourni par chaque vaisseau est, alternativement et à intervalles rapprochés, très-abondant ou très-faible.

Les vaisseaux *trachéens* ne contiennent jamais de sucs propres; ils sont formés d'une membrane extérieure pellucide, et de lames internes disposées de diverses manières.

Nous renfermons dans cet ordre :

Les *trachées*,

Les *fausses trachées* ou *vaisseaux rayés ou fendus*,

Les *vaisseaux ponctués ou poreux*,

Les *vaisseaux mixtes*,

Les *vaisseaux articulés*.

Dans les *trachées*, les lames internes sont roulées en spirale, et leurs bords sont libres.

Dans les *fausses trachées*, les lames spiralées sont soudées d'espace en espace, de manière à ne laisser entre elles que des fentes.

Dans les vaisseaux *poreux*, les soudures sont plus multipliées, de manière qu'il ne reste entre les lames que des trous.

Dans les vaisseaux *mixtes* on voit toutes ces dispositions exister aux différents points de leur longueur.

Enfin les vaisseaux *articulés* sont formés de pièces placées bout à bout, présentant par conséquent une intersection, et quelquefois un rétrécissement.

Nous allons prouver, 1.° que les vaisseaux que nous avons réunis sous une même dénomination sont vraiment des modifications d'un même type.

2.° Que les ponctuations, les raies, etc., des vaisseaux poreux, fendus, etc., sont réellement des intervalles laissés entre les lames par les soudures; qu'elles ne sont pas des fragments de lames divisées par l'amplification du diamètre du vaisseau.

Quelques physiologistes ont dit que les trachées se chan-

geaient en vaisseaux fendus, poreux, etc.; cela est évidemment faux. Chaque vaisseau conserve toujours le caractère qu'il présente lors de sa formation. Mais il n'en est pas moins vrai que tous les vaisseaux trachéens sont des altérations d'un même type, qu'ils constituent un même élément organique, qu'ils ont pris un caractère différent selon l'époque de la végétation, pendant laquelle ils ont été formés : cela est évident, car ils se développent toujours dans le même ordre, et les modifications qu'ils éprouvent se nuancent tellement, qu'il est extrêmement difficile de les caractériser, et de poser une ligne de démarcation.

En effet, les premières trachées ont une ou deux lames seulement, formant des spirales très-écartées. Ex. *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 5 C; *Chelidonium*, pl. IV fig. 3 *b*; *Asclepias*, pl. VI, fig. 1 *d*; *Vinca*, pl. III, fig. 2; etc., etc.

Dans les suivantes, les lames deviennent plus nombreuses et plus serrées, de manière que les bords en sont en contact; et qu'il semble que ce sont des vaisseaux fendus. Mais les lames sont déroulables. *Ricinus communis*, pl. VI, fig. 2 K; *Impatiens*, pl. IX, fig. 6 E; *Sambucus laciniata*, pl. X, fig. 10 *g*; etc., etc.

Bientôt on remarque entre les lames quelques rares anastomoses, le reste des lames demeurant libre et en spirale susceptible d'être encore déroulée. Ex. *Cucurbita*, pl. V, fig. 5 I, J, et fig. 7; *Chelidonium*, pl. IV, fig. 3 C, C, et fig. 9 *bis*; *Asclepias*, pl. VI, fig. 1 *e*; *Impatiens*, pl. IX, fig. 10, 11. Puis les anastomoses deviennent plus nombreuses, de manière à ne laisser que des fentes assez courtes entre elles : *Impatiens*, pl. IX, fig. 12 et fig. 6 F; *Bocconia*, pl. V, fig. 5 E, etc.

Ces fentes paraissent quelquefois occuper une notable partie de la circonférence; d'autres fois elles sont plus courtes et forment des séries régulières. Ex. le Palmier de la pl. XX, fig. 12 D; quelquefois les fentes sont confuses ou régulières en divers points du vaisseau, *Dracæna*, pl. XIX, fig. 8 D. Quelques vaisseaux ont, dans certains points de leur étendue, des fentes plus ou moins

régulières, des fentes plus courtes, et des trous. Ex. *Ricinus*, pl. VI, fig. 2 J; *Asclepias*, pl. VI, fig. 4, C, C; *Impatiens*, pl. IX, fig. 6 F.

Les ouvertures circulaires sont quelquefois assez grandes et en rangées transversales.

D'autres fois elles deviennent nombreuses, *Chelidonium*, pl. IV, fig. 3 *e*, *e*; *Bocconia*, pl. V, fig. 5 E, etc.: elles finissent par ne plus former de lignes régulières, mais sont disposées à inégale distance sur des lignes courbées, sinueuses, contournées de diverses manières, forment parfois des amas circonscrits par des lignes plus transparentes, etc. *Cucurbita*, pl. II, fig. 5, M, N, etc.

Dans certains cas, bien que les lames soient encore bien marquées, et qu'au lieu de ponctuation on voie des raies fort évidentes, les raies sont tellement contournées, qu'en quelques points elles deviennent parallèles à l'axe du vaisseau, ex. *Impatiens*, pl. IX, fig. 9.

Dans d'autres circonstances, il y a une telle confusion dans les vides que les lames laissent entre elles, qu'elles semblent former une membrane criblée d'ouvertures excessivement irrégulières. Ex. *Beta*, pl. VIII, fig. 3 *e*, *e* et fig. 5.

Enfin, il est certains vaisseaux (mixtes) dans lesquels on voit des lames en spirales, comme dans les trachées, puis des lames soudées, laissant, entre les soudures, des ouvertures en forme de fentes, de pores. Ex. *Cucurbita*, pl. I, fig. 4 *F*.

On ne saurait nier l'existence de ces vaisseaux mixtes, non pas qu'il y ait transformation d'une espèce de vaisseau en une autre, par les progrès de l'âge, mais il est des vaisseaux qui ont été différemment constitués dans les divers points de leur étendue.

Tous les faits que nous venons de citer démontrent donc, d'une manière bien certaine que tous les vaisseaux trachéens sont analogues et qu'ils dérivent d'un même type; les change-

ments qu'ils éprouvent sont si voisins les uns des autres, qu'on ne saurait tracer de ligne de démarcation précise entre ces modifications.

Le premier fait que nous avons avancé, savoir l'analogie des vaisseaux trachéens entre eux, est donc bien démontré; il nous reste à prouver que l'altération qu'ils éprouvent est bien une union des lames, qui laissent des intervalles de différentes formes entre leurs anastomoses.

Dans le commencement de la formation des vaisseaux, les lames internes sont encore peu apparentes et les ouvertures peu appréciables; l'opacité des vaisseaux est à peine plus grande aux points où existent les lames internes qu'aux points des ouvertures. Il n'y a que les lignes circonscrivant les lames, ou, ce qui revient au même, les lignes qui déterminent la forme des ouvertures, qui soient plus opaques.

Il est donc difficile de déterminer s'il y a réellement des ouvertures, ou si ces dernières ne sont pas, au contraire, des portions de lames, séparées par des intervalles qui communiqueraient entre toutes les parcelles des lames et formeraient ainsi un réseau irrégulier.

Cette dernière opinion ne peut être admise:

Parce que, 1.° lorsqu'on examine un vaisseau dont les spirales ont un commencement d'union, on reconnaît que ce sont les parties qui sont la continuation des parties *déroulables*, qui s'unissent entre elles par une soudure ou par une branche de communication; cela se voit parfaitement dans le vaisseau, mis en macération, du *Cucurbita*, pl. II, fig. 7. Quelquefois on dégage entièrement les spirales anastomosées du tube qui les contient et qui se détruit plus facilement par la macération. Ex. *Chelidonium*, pl. IV, fig. 9 *bis*.

2.° On voit souvent, dans certains vaisseaux dont l'extrémité est déchirée, les lames internes se séparer du tube externe, comme fait la spirale d'une trachée, et présenter une portion libre et réticulée. Ex. *Chelidonium*, pl. IV, fig. 3 *c*.

3.° Quelquefois les branches de communication entre les lames internes font seules saillie au-delà de la membrane externe déchirée. Ex. *Impatiens*, pl. IX, fig. 12. D'autres fois, dans une déchirure transversale, on reconnaît que ce sont bien les lames internes qui sont anastomosées, puisque ce sont les lames semblables qui font saillie dans la déchirure. Ex. *Impatiens*, fig. 11.

4.° Enfin, il arrive souvent qu'on voit les ouvertures entourées de deux lignes opaques, concentriques, comme si ces ouvertures étaient formées dans une substance d'une épaisseur notable, et qu'elles eussent ainsi un bord formé par la face appliquée sur le tube externe, et l'autre par la face interne qui est libre. Si les lames spirales se soudent, si l'on reconnaît distinctement leurs anastomoses, quand elles ne sont pas encore confuses, et les vides qui sont entre leurs anastomoses; si l'on voit les vides diminuer de dimension et changer de forme à mesure que les points de cohésion augmentent, on ne peut nier que dans les vaisseaux, qui présentent les ponctuations les plus confuses et les plus petites, les vides ne soient aussi laissés par des soudures infiniment multipliées. On ne peut le nier, puisque nous avons vu tous les passages entre les vaisseaux ponctués et ceux qui sont rayés et spiraux.

Je crois donc avoir démontré la vérité des deux faits que j'ai avancés: *les vaisseaux trachéens sont tous analogues entre eux, et les différentes fentes, pores, etc., qu'ils présentent sont formés par les vides des lames internes, plus ou moins anastomosées entre elles.*

Nous avons dit que certains vaisseaux paraissent formés de pièces placées à la suite les unes des autres; ainsi dans la souche du *Chelidonium*, pl. IV, fig. 7, 8, 9, on voit des tubes rayés et ponctués, réunis en groupes et formés de pièces placées bout à bout. On ne peut s'empêcher de considérer les tubes articulés comme tout-à-fait identiques avec les vaisseaux trachéens:

1.° Leur consistance est la même ; ils résistent à la macération, tandis que les cellules ordinaires sont bientôt détruites par la putréfaction qui se développe ;

2.° Les articles qui forment les tubes ont toutes les longueurs : les uns sont extrêmement courts, les autres extrêmement alongés, de manière qu'il n'y a plus de différence entre eux et les vaisseaux ;

3.° Ces tubes sont ponctués, rayés, etc., et les anastomoses des lames internes ont tous les degrés que nous avons vus dans les vaisseaux trachéens ;

4.° Ils occupent la place qu'ont les vaisseaux ponctués ordinaires, ils constituent les couches au milieu du tissu utriculaire ordinaire.

Dans l'*Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 6, les tubes articulés G, placés à côté de ceux qui ne le sont pas F, ont exactement la même conformation, et dans les vaisseaux, fig. 7, 8, 9, qui sont articulés, on voit toutes les conformations qu'on observe dans les vaisseaux continus. Dans le *Bocconia cordata* la plupart des vaisseaux ponctués paraissent articulés, pl. V, fig. 5 E, E. Enfin, quelquefois on reste en doute si certains vaisseaux sont articulés ou continus, par exemple dans le *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 5, le vaisseau N et surtout le vaisseau P présentent des ponctuations nombreuses irrégulières, formant des masses disposées sans ordre, mais d'espace en espace il y a des lignes transparentes, sans ponctuations, qui semblent des lignes de séparation, bien qu'on n'y voie point la ligne noire qui indique la solution de continuité. Il faut que ces lignes soient ou plus enfoncées ou plus épaisses, comme si elles formaient le bord d'un diaphragme, puisque souvent, dans une coupe, les parois sont enlevées, tandis que la ligne transparente demeure intacte et se présente comme un cerceau.

Dans d'autres cas, les vaisseaux ont des parois si minces et des ponctuations si grandes qu'on ne peut les distinguer de certaines utricules alongées.

Ces faits tendent à jeter de la lumière sur une question importante qui s'est souvent agitée : y a-t-il analogie entre les vaisseaux trachéens et le tissu utriculaire ? Il y a lieu de penser que ces tissus sont analogues et, de même que les vaisseaux propres ressemblent aux utricules transparentes ; les vaisseaux trachéens sont semblables aux utricules ponctuées, etc. Les vaisseaux articulés forment le passage entre les deux modifications de tissu, et l'analogie est confirmée par la conformation variée des utricules, qui sont, ainsi que nous l'avons dit, ponctuées, rayées ou scalariformes et spiralées.

Les vaisseaux articulés, *Chelidonium*, pl. IV, fig. 7, 8, 9, doivent nous éclairer aussi sur le mode d'anastomose, de ramification et de terminaison des vaisseaux trachéens. Les articles s'abouchent obliquement et irrégulièrement entre eux; quelquefois l'un d'eux s'abouche avec plusieurs autres, de sorte qu'un vaisseau peut ainsi se ramifier et s'anastomoser; les articles se terminent comme des cellules ordinaires et paraissent commencer par adhérer entre eux comme des cellules simples. Il semble donc que les vaisseaux trachéens, quant à leur ramification, leurs anastomoses et leur terminaison, se comportent comme les vaisseaux propres et le tissu utriculaire rameux ; c'est-à-dire que les tissus utriculaire et vasculaire ont une analogie de plus.

Les vaisseaux trachéens ne contiennent jamais de sucs propres. Ils ne paraissent même pas contenir de liquides, puisque, lorsqu'on coupe une tige fraîche, ils sont béants et vides ; la plus grande quantité de sucs séveux sort des parties vertes et jeunes des faisceaux parenchymateux. Lorsqu'on place sous l'eau une tige herbacée et qu'on la coupe transversalement, on voit sortir de nombreuses bulles d'air de la zône des vaisseaux trachéens ou ligneux ; il sort aussi de l'air de la méduille corticale, mais seulement lorsqu'on la comprime fortement.

Telles sont les diverses parties qui entrent dans la composition des végétaux.

Toutes les plantes ne sont pas pourvues des différentes espèces de tissus que nous avons décrits ; certains ordres, par exemple, n'ont pas de tissu vasculaire.

Cette disposition a fait diviser les végétaux :

En végétaux *cellulaires* et en végétaux *vasculaires*.

Les premiers, entièrement formés de tissu utriculaire, ne doivent pas nous occuper : ce que nous avons dit sur le tissu primitif qui les constitue suffit.

Les végétaux *vasculaires* se divisent en deux ordres, dont la structure est fort différente : ce sont les *Dicotylédonés* et les *Monocotylédonés*. Nous allons successivement étudier la structure de ces deux grandes classes du règne végétal.

STRUCTURE DES DICOTYLÉDONÉS.

DES TIGES.

DESCRIPTION ET DISPOSITION DES PARTIES.

Les tiges des Dicotylédonés, au moment de leur formation, paraissent être composées de tissu utriculaire, transparent, subgélatiniforme, dans lequel les parois sont peu visibles ; quand elles deviennent apparentes le tissu est succulent, c'est-à-dire gorgé de sucs plus ou moins abondants.

Ce tissu utriculaire a des points d'une couleur plus foncée, plus succulents, à utricules assez visibles, alongées ; ils sont souvent verts et constituent les *faisceaux* ou *cordons parenchymateux* ; *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 1.

Le tissu qui environne les faisceaux cesse d'être succulent, il passe à l'état *médullaire* ou *aréolaire*, c'est-à-dire que la cavité des utricules n'est plus entièrement pleine de sucs, que leurs parois sont bien distinctes, assez épaisses, souvent blanches, plus ou moins fermes.

Les faisceaux parenchymateux sont en nombre déterminé : ils

sont au nombre de dix dans le *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 1, 2; souvent au nombre de douze dans le *Chelidonium majus*, pl. IV, fig. 1; dans le *Clematis Vitalba*, pl. XI, fig. 1.

Ces faisceaux sont placés de diverses manières : fréquemment ils sont alternativement plus internes; de cette façon ils rendent la tige anguleuse, *Cucurbita Pepo*, pl. I, fig. 1, 2, etc.; *Clematis Vitalba*, pl. XI, fig. 1; d'autres fois, et le plus souvent, à cause du mode d'accroissement, ils sont alternativement plus gros. *Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 3.

En effet, nous verrons que certains de ces faisceaux sont formés par la réunion des fibres appartenant à un nombre de feuilles plus ou moins grand, et que d'autres sont formés postérieurement et sont constitués par des fibres appartenant à des feuilles moins nombreuses; ex. *Centranthus ruber*, pl. XI, fig. 1.

Les faisceaux contiennent des vaisseaux propres et des vaisseaux trachéens : c'est là leur caractère particulier. Les vaisseaux sont toujours primitivement entourés de tissu parenchymateux.

Les vaisseaux propres naissent vers la périphérie des faisceaux parenchymateux; les plus abondants sont dans la partie extérieure, *Chelidonium*, fig. 2 *g'*; il s'en trouve aussi dans la partie la plus interne, *g*. Quelquefois même, comme dans l'*Asclepias*, pl. VI, le plus grand nombre des vaisseaux propres se trouve dans la partie interne de la circonférence des faisceaux parenchymateux.

Les vaisseaux trachéens se développent dans la portion *d*, *e*, *Chelidonium*, pl. IV, fig. 2, des faisceaux, c'est-à-dire dans la partie qui avoisine la région centrale de la tige. On observera cependant que la portion qui touche immédiatement la région centrale reste primitivement privée de vaisseaux : c'est ce qu'on voit dans la tige du *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 3 C, et il arrive que cette portion se trouve séparée du faisceau principal par une trace de tissu aréolaire, fig. 4 B.

On peut voir la disposition des vaisseaux trachéens dans le *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 5; *Chelidonium*, pl. IV, fig. 3; *Ricinus*, pl. VI, fig. 2; *Asclepias*, pl. VI, fig. 1; *Impatiens*, pl. IX, fig. 6; *Sambucus*, pl. X, fig. 10, etc. On constate qu'ils sont placés dans l'ordre suivant, en allant du côté interne au côté externe des faisceaux parenchymateux :

1.° Trachées à une seule lame ou à deux lames, formant des spirales à bords qui ne sont point en contact et facilement déroulables. Leur diamètre est petit.

2.° Trachées à lames plus nombreuses (4, 5, 6), serrées, à bords en contact; leur diamètre est plus grand.

3.° Vaisseaux à lames soudées de manière à laisser des fentes; le diamètre est encore plus grand.

4.° Vaisseaux dont les lames ont de très-nombreuses soudures, et forment ainsi des ponctuations régulières.

5.° Vaisseaux à ponctuations irrégulières; le diamètre est encore plus grand.

Ainsi le diamètre des vaisseaux va toujours en augmentant.

Ceci, bien que général, n'est pas absolument constant : dans le *Ricinus*, par exemple, pl. VI, fig. 2, les trachées et fausses trachées ont un diamètre aussi grand que les vaisseaux ponctués. La même chose a lieu dans l'*Asclepias syriaca*, pl. VI, fig. 1, *d*, *e*, *f*.

Les vaisseaux sont souvent assez régulièrement espacés; quelquefois cependant on n'observe pas la même régularité : ainsi dans l'*Impatiens*, pl. IX, fig. 3, *e*, les trachées sont éparses dans les faisceaux et éloignées des autres vaisseaux.

Du reste, les vaisseaux sont plus ou moins nombreux. Ils sont multipliés dans le *Chelidonium*, pl. IV, fig. 2; rares dans le *Sambucus*, pl. X, fig. 8; leur diamètre est très-variable aussi; ils sont très-gros dans le *Cucurbita*, pl. II, fig. 5; d'un diamètre bien plus petit dans le *Chelidonium*, pl. IV, fig. 3.

Le tissu utriculaire qui constitue le parenchyme est formé

d'utricules alongées, qui paraissent complètement pleines de liquides.

Quand on coupe une tige, c'est par ces points que sortent en grande partie les sucs nutritifs.

Les sucs qu'ils contiennent paraissent plus consistants et destinés à épaissir les parois en se solidifiant ou s'organisant, de telle façon que lorsqu'ils se solidifient il ne reste qu'une très-petite cavité dans les utricules dont les parois étaient primitivement très-minces et transparentes.

La partie du tissu utriculaire qui se trouve entre le groupe des vaisseaux trachéens et celui des vaisseaux propres est celle qui reste le plus long-temps transparente et inconsistante ; les autres utricules se solidifient promptement : un grand nombre sont tellement remplies, qu'elles ne présentent plus qu'une ponctuation centrale, Ex. *Chelidonium majus*, pl. IV, fig. 2 *h*. L'espace central dans le *Sambucus laciniata*, pl. X, fig. 8, est même rempli de globules non encore réunis et qu'on peut distinguer par un fort grossissement.

Ces exemples font voir que les parois des cellules sont épaissies par agglutination ou organisation des liquides élaborés ou *cambium*.

La cavité est de plus en plus grande dans les utricules à mesure qu'on approche de la partie extérieure qui a été formée la première, soit parce que primitivement les liquides gélatineux se solidifient moins, soit surtout parce que les utricules ont un plus grand diamètre, ou qu'elles se dilatent par l'accroissement. La cavité des cellules extérieures devenant de plus en plus grande comparativement à l'épaisseur, on voit que le tissu parenchymateux se nuance avec le tissu médullaire.

Dans le plus grand nombre des cas, la couleur verte des cordons parenchymateux s'étend en s'affaiblissant dans la partie correspondante des rayons médullaires, de manière qu'il existe une zône verte qui, primitivement, n'est pas interrompue,

Ex. *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 3; de manière qu'on ne doit pas considérer les cordons parenchymateux comme des parties distinctes, mais seulement comme les points médullaires qui ont la plus grande activité vitale.

Dans le *Chelidonium*, pl. IV, fig. 1 et 2, les faisceaux vasculaires sont jaunâtres, et la portion des rayons médullaires qui leur correspondent est légèrement teinte de la même couleur.

Dans le *Ligusticum Levisticum*, pl. III, fig. 1, la portion utriculaire qui se trouve entre les faisceaux vasculaires est parenchymateuse, de manière à former avec eux un cercle parenchymateux continu.

Les faisceaux parenchymateux se forment au milieu du tissu médullaire : ce tissu est donc partagé par eux en plusieurs parties.

La partie qui est plus intérieure qu'eux, qui occupe par conséquent le centre de le tige, se nomme *médulle centrale ;* Ex. *Cucurbita*, pl. II, fig. 2, *c*.

Les portions qui se trouvent entre eux se nomment *rayons médullaires ;* Ex. *Cucurbita*, pl. II, fig. 2, *d*.

La portion qui se trouve en-dehors se nomme *médulle extérieure* ou *corticale* ; Ex. *Cucurbita*, pl. II, fig. 2, *e*.

La médulle centrale se détruit parfois, alors le centre est vide ; Ex. *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 2, 3 A.

Les rayons médullaires, *Cucurbita Pepo*, fig. 3, B, sont la continuation de la médulle centrale et se continuent avec la médulle corticale : on ne voit pas d'interruption entre eux ; le tissu qui les compose est indivis du centre à la périphérie, c'est-à-dire que les faisceaux parenchymateux sont formés au milieu d'un tissu utriculaire qui occupe toute l'épaisseur de la tige.

Du reste, les rayons médullaires sont plus ou moins larges selon que les faisceaux sont plus ou moins rapprochés ; leur tissu et leur couleur se nuancent souvent avec les faisceaux

parenchymateux, de sorte qu'il n'est pas possible d'établir une démarcation bien nette. Quelquefois les faisceaux parenchymateux sont si serrés, que les rayons médullaires finissent par ne plus exister réellement. Ainsi dans le *Sambucus laciniata*, pl. X, fig. 8, le tissu parenchymateux de chaque faisceau est en contact avec celui des faisceaux voisins. On voit bien entre eux des lignes, *g*, plus foncées qu'on prendrait pour des rayons médullaires; mais ce ne sont que des séries parfaitement régulières d'utricules parenchymateuses qui paraissent pressées par la rencontre des faisceaux vasculaires.

La médulle corticale, continue avec les rayons médullaires et les faisceaux vasculaires, conserve quelquefois, dans certaines de ses portions, les caractères parenchymateux, *Sambucus*, pl. X, fig. 6, 8; *Menispermum*, pl. VI, fig. 4, *i*; ceci n'est pas difficile à concevoir, puisque primitivement tout le tissu était succulent. Les parties parenchymateuses de l'écorce sont analogues à celles qu'on voit dans la médulle centrale. Ex. *Cucurbita*, pl. I, fig. 3, C; *Menispermum*, pl. VI, fig. 2, *e*.

Puisqu'il arrive souvent que dans la médulle corticale on observe des différences dans la couleur et la forme des cellules, la coupe de la tige doit présenter différentes zones; Ex. *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 3 *b*, I, J, K, L.

K (fig. 4) est une couche à utricules grandes, hexagonales, d'une teinte verdâtre, sans chlorophylle apparente, pleines de sucs; L est une couche formée d'utricules alongées, étroites, serrées; M une couche d'utricules hexagonales, pleines de sucs, les plus extérieures contenant de la chlorophylle; N une couche épidermique, formée d'utricules assez serrées. Cette couche est interrompue d'espace en espace, de manière que la couche M vient se montrer sous la cuticule externe sous la forme de lignes vertes.

Dans le *Ricinus communis*, pl. VI, fig. 1, on voit que la

couche corticale se compose d'une couche épidermique A, souvent colorée en rouge, d'une couche B, blanche, formée de tubes alongés, d'une couche C, verte, formée d'utricules médiocrement alongées pleines de chlorophylle, envoyant des prolongements D, qui interrompent la couche B, et d'autres E qui s'étendent jusqu'à la couche transparente près de G où ils s'élargissent; enfin une couche F, blanche, formée d'utricules alongées et séparées par les prolongements E.

Il se forme quelquefois, dans le tissu médullaire, des faisceaux vasculaires accidentels, qui sont munis de tissu parenchymateux, et qui semblent provenir des cordons parenchymateux primitifs.

On a considéré la médulle centrale, les rayons médullaires et les faisceaux parenchymateux, comme constituant un système particulier qu'on a appelé *central*. On a considéré la partie qui se trouve à l'extérieur des faisceaux parenchymateux comme constituant le système *cortical*. Mais nous avons dit que, dans les faisceaux vasculaires, la portion placée entre celle dans laquelle se sont formés les vaisseaux trachéens, et celle qui est en-dehors et dans laquelle se sont formés le plus grand nombre des vaisseaux propres, est restée transparente et peu consistante; cet interstice presque gélatiniforme partage donc les faisceaux vasculaires en deux portions, l'une interne, l'autre extérieure. Ainsi, dans le *Chelidonium*, pl. IV, fig. 1, 2, les faisceaux parenchymateux qui demeurent isolés, arrondis, ont une partie médiane qui reste demi-gélatineuse et divise le faisceau en deux portions, l'une interne, dans laquelle sont les vaisseaux trachéens, l'autre extérieure, renfermant le plus grand nombre des vaisseaux propres.

Lorsqu'on examine les rayons médullaires dans le point correspondant à la partie transparente des faisceaux parenchymateux, on observe une zone moins consistante et moins opaque

que le reste de la médulle, se continuant avec la partie encore gélatiniforme des faisceaux; elle constitue donc avec celle-ci un cercle transparent; c'est lui qui divise la tige en deux portions: une centrale, dans laquelle sont compris la partie interne des faisceaux parenchymateux avec les vaisseaux trachéens, la médulle centrale et une partie des rayons médullaires, et une extérieure ou corticale, qui est formée de la portion des faisceaux parenchymateux contenant le plus grand nombre des vaisseaux propres, de la partie extérieure des rayons médullaires, de la médulle extérieure et de l'épiderme.

Lorsqu'on observe la portion annuelle de la tige du *Chelidonium*, et qu'on l'observe vers la fin de son accroissement, la portion transparente des rayons médullaires prend l'apparence du reste du tissu aréolaire; de sorte qu'on ne peut distinguer le système central du cortical : ce changement arrive assez promptement. La portion transparente des faisceaux parenchymateux prend pareillement un peu plus de consistance, de sorte qu'elle se distingue moins du reste du faisceau, et que le cercle qui sépare les deux systèmes devient de moins en moins apparent.

Les tiges annuelles ont donc cela de remarquable, qu'elles se présentent comme formées de faisceaux arrondis, arrangés plus ou moins symétriquement dans la masse du tissu utriculaire, et qu'elles n'offrent point de séparation entre le système cortical et le système central. Il faut noter avec soin cette disposition spéciale; car elle nous servira à montrer l'analogie qui existe entre les Dicotylédonés et les Monocotylédonés, et à expliquer la structure de ces derniers végétaux, qui n'ont que des fibres isolées et n'ont pas un système cortical séparable du système central. Elle nous servira ainsi, quand le moment sera venu, à combler la lacune qui semblait exister entre les deux grandes divisions du règne végétal.

Il reste à savoir comment se sont formées les zones souvent

interrompues qui se trouvent dans la portion extérieure, et qu'on a considérées comme constituant tout le système cortical.

Pour le comprendre, il faut étudier le mode d'accroissement des tiges : nous allons essayer de le décrire.

ACCROISSEMENT.

I. *Première période d'accroissement. — Constitution des faisceaux vasculaires.*

Nous venons de décrire les faisceaux vasculaires : nous allons dire dans quel ordre ont été formées les parties qui les composent.

Les premiers vaisseaux sont formés dans l'intérieur des faisceaux parenchymateux : les vaisseaux propres dans presque toute la circonférence, mais particulièrement dans la portion du faisceau qui est placée vers le côté extérieur de la tige; les vaisseaux trachéens dans la partie qui est voisine du centre de la tige. Parmi ceux-ci, les premiers formés ont été des trachées; ces vaisseaux étaient séparés des vaisseaux propres extérieurs par la partie transparente, qui n'est rien autre chose que le *cambium* ou liqueur génératrice, qui a été exhalée et s'est organisée.

Bientôt de nouveaux vaisseaux se sont formés dans l'intervalle parenchymateux; les vaisseaux trachéens, fendus, poreux, etc., s'appliquent toujours sur la face externe des vaisseaux de même nature préexistants, que, par conséquent, ils recouvrent. Les nouveaux vaisseaux propres sont formés dans le même intervalle parenchymateux, mais sur la face interne des premiers vaisseaux propres, qu'ils repoussent ainsi en-dehors. La zone transparente qui existe d'abord entre les deux ordres de vaisseaux s'organise ainsi de plus en plus et acquiert une plus grande consistance, de manière à solidifier le faisceau si l'accroissement doit se borner à cette première période. C'est dans ce cas qu'on

observe le fait remarquable que nous avons cité, savoir : qu'il n'y a point dans ces tiges un système cortical séparable du système central.

Mais si l'accroissement doit avoir un mouvement continu, à mesure que de nouveaux vaisseaux se forment dans l'interstice parenchymateux, et en rend une partie plus ferme et plus dense, une nouvelle partie, d'abord semi-fluide et transparente, est épandue entre ces deux ordres de vaisseaux, de manière à former toujours une zone transparente entre le système cortical et le système central, zone dans laquelle se formeront encore les nouveaux vaisseaux centraux et les vaisseaux corticaux.

Ainsi, l'accroissement a toujours été *interstitiel*, et non superficiel, c'est-à-dire qu'il a lieu non sur une surface du tissu ancien, mais dans l'intérieur du tissu, et que les parties qui suivent celles qui viennent d'être créées se forment encore au centre de celles-ci, les vaisseaux centraux enfermant au centre les anciens vaisseaux semblables à eux, les vaisseaux corticaux repoussant en-dehors les vaisseaux semblables formés avant eux. Pour faire comprendre notre pensée, nous pourrions supposer qu'une partie est formée de deux utricules; que l'accroissement a lieu entre elles, c'est-à-dire entre les surfaces en contact; que l'accroissement subséquent a encore lieu entre les utricules nouvelles, et ainsi de suite. Tel est le mode d'accroissement des faisceaux parenchymateux et des rayons médullaires ou portions utriculaires qui se trouvent entre les cordons vasculaires.

Nous avons vu que les premiers vaisseaux trachéens qui se sont formés n'ont point été engendrés dans la partie la plus interne des cordons parenchymateux : la partie en contact avec la moelle centrale, *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 4 B, est restée sans vaisseaux. Plus tard, il se formera des vaisseaux trachéens dans cette partie parenchymateuse; de manière que ces vaisseaux sont créés en-dedans de vaisseaux plus anciens qu'eux, ce qui

constitue une anomalie singulière dont il faut tenir note, parce qu'elle pourra nous servir à donner l'explication de certaines modifications de structure dont nous aurons à nous occuper.

Parfois, la partie de tissu utriculaire qui se trouve en contact avec le premier groupe vasculaire devient aréolaire ou médullaire, c'est-à-dire que les cellules se vident et que les parois deviennent minces et sèches comme dans la moëlle elle-même. Alors, la partie parenchymateuse interne semble distincte de la partie vasculaire; c'est ce qu'on voit dans la tige du *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 3 C, fig. 4 B, et dans la racine de la même plante, pl. I, fig. 3 C', etc. Or, ce qui arrive pour la partie centrale arrive aussi pour la partie corticale : les parties parenchymateuses extérieures, rejetées successivement en-dehors par l'accroissement interstitiel, se séparent de celles qui sont immédiatement en contact avec le cordon parenchymateux. Cela arrive lorsque quelques séries d'utricules, situées entre les premières portions et les subséquentes, deviennent aréolaires. C'est de cette manière que sont formées les portions diverses qui sont disposées concentriquement dans l'écorce, où elles forment des zones plus ou moins régulières. Ainsi, dans la racine du *Cucurbita Pepo*, pl. 1, fig. 3, la portion G commence à se séparer du faisceau parenchymateux principal; G' en est déjà tout-à-fait séparé. Ces portions sont ainsi semblables aux parties G, G', qui se sont détachées du côté interne.

Les parties G, G', ont une propension à s'alonger latéralement par le fait de l'accroissement qui repousse l'écorce en-dehors, de manière qu'elles tendent à former des couches irrégulières, fig. 2 G.

Dans le *Ricinus communis*, pl. VI, fig. 1, les portions parenchymateuses de l'écorce sont si rapprochées et si régulièrement disposées, qu'elles semblent former une couche continue; mais elles sont séparées encore par des prolongements envoyés par la couche verte, placée entre deux couches blanches, et en-

voyant d'un côté des prolongements D jusqu'à l'épiderme, et d'autres prolongements E jusqu'à la zone transparente.

Dans la tige du *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 4, ces portions parenchymateuses de l'écorce forment une couche continue.

Dans la tige du *Sambucus laciniata*, pl. X, fig. 7, 8, on voit aussi dans l'écorce une couche parenchymateuse continue.

Il est aisé de voir, par la manière dont se forment les parties, que ces zones diverses ou ces faisceaux détachés appartiennent réellement à l'écorce, mais ne la constituent pas tout entière; les portions extérieures des faisceaux vasculaires appartiennent encore à ce système. Par exemple, dans la tige du *Cucurbita Pepo*, pl. 11, fig. 4, la partie verte H appartient au système cortical; c'est la zone transparente G, interposée entre les zones H et F, qui forme la délimitation des deux systèmes, et c'est dans cette zone G que doivent se former les nouvelles parties ligneuses et corticales.

Cette zone, limite organique des deux systèmes, décrit un cercle complet; elle forme une ligne de séparation dans toute la circonférence. Cependant, elle est parfois moins visible en travers des rayons médullaires que dans les cordons parenchymateux. Il arrive aussi qu'elle n'est plus nettement tracée dans les cordons parenchymateux eux-mêmes; cela se remarque à la fin de l'année, quand l'accroissement ne doit pas se perpétuer; mais c'est toujours en cette zone que se sont formées les nouvelles parties parenchymateuses; c'est toujours en elle qu'ont été créés les vaisseaux des deux ordres; c'est donc elle qui forme la ligne de séparation des deux systèmes.

II. *Deuxième période d'accroissement — Développement des faisceaux vasculaires.*

Nous avons vu l'organisation complète des faisceaux vasculaires; nous avons remarqué l'aspect de la tige quand ces fais-

ceaux, comme dans certaines tiges annuelles, restent arrondis et que, l'accroissement ne se perpétuant pas, la zone transparente cesse d'être visible et distincte des autres parties. Nous devons suivre les progrès ultérieurs de l'accroissement dans les tiges qui sont douées d'un développement continu.

Par les progrès de l'accroissement, la ligne interstitielle, qui se distingue par sa transparence et le peu de consistance du tissu à peine organisé qui la forme, devient de plus en plus apparente; cela tient à ce que, l'accroissement ne se bornant pas, la partie gélatineuse des faisceaux se régénère à mesure que de nouveaux vaisseaux s'engendrent dans les parties précédemment constituées; et on reconnaît plus facilement qu'elle forme un cercle non interrompu, parce que la même formation de tissu nouveau s'opérant dans la partie correspondante des rayons médullaires, ceux-ci ne peuvent jamais acquérir dans toute leur étendue l'apparence aréolaire.

C'est ainsi que dans le *Cucurbita*, pl. II, fig. 1, 2, 3, 4, les faisceaux parenchymateux qui paraissent assez long-temps homogènes, présentent à l'observateur attentif une section, fig. 4 G, presque transparente, peu colorée, et que le rayon médullaire I est séparé de la couche utriculaire K par une section J plus succulente, qui se continue avec la section G, de manière que la partie centrale est séparée de la partie extérieure par une zone un peu plus tendre, et plus transparente que le reste. Dans le *Cucumis Melo*, pl. II, fig. 1, la tige, observée dans un état plus avancé, offre la zone transparente E, encore plus nettement prononcée.

Dans la tige annuelle du *Chelidonium majus*, pl. IV, fig. 1, 2, les faisceaux parenchymateux restent arrondis, et à la fin de l'accroissement leur partie subgélatineuse est un peu moins apparente; la partie succulente des rayons médullaires cesse à la fin de l'année d'être transparente; la zone interstitielle d'accroissement cesse donc d'être visible. Mais lorsqu'on coupe

cette tige au-dessous de l'endroit que représentent les fig. 1, 2, c'est-à-dire lorsqu'on fait la section à la base, vers l'endroit où commencent à naître les feuilles, pl. V, fig. 17, on voit déjà que les faisceaux, qui sont encore parfaitement isolés, sont bien plus nettement partagés en deux portions par une partie transparente, et cette partie, se continuant à travers les rayons médullaires, forme une zone non interrompue.

Enfin dans les souches vivaces, qui produisent les tiges annuelles du *Chelidonium majus*, et qui ont un accroissement plus prolongé, pl. IV, fig. 4, les faisceaux vasculaires s'alongent, et la ligne transparente qui établit la séparation entre la partie corticale et le corps ligneux est encore plus nette que dans les parties de la tige que nous venons d'indiquer.

Dans le *Bocconia cordata*, pl. V, fig. 1, les faisceaux de la tige, qui sont alternativement plus grands et plus petits, sont rapprochés et ont une substance transparente fort apparente, mais ils sont isolés au milieu d'une substance médullaire continue, dans laquelle la ligne transparente cesse d'être visible.

On trouve même que dans la souche vivace, pl. V, fig. 4, les faisceaux s'alongent, à la vérité, mais que la zone transparente ne paraît pas encore bien continue; elle semble n'occuper que le faisceau parenchymateux.

Cette plante tient donc le milieu entre celles qui ont une couche continue et celles qui ont des faisceaux isolés. La substance la plus récente des faisceaux, fig. 1 *c*, celle qui en occupe le centre, est si peu consistante que, par une légère dessiccation, elle disparaît en laissant un vide, fig. 2 E. Mais les rayons médullaires restent adhérents à la partie corticale, et forment ainsi des prolongements isolés.

Dans le *Menispermum canadense*, pl. VI, la portion transparente des faisceaux parenchymateux se détruit facilement comme dans le *Bocconia*. Mais les rayons médullaires sont eux-mêmes formés d'un tissu très-ténu, qui se détruit aussi, de sorte que

les portions corticales des faisceaux parenchymateux se trouvent totalement séparées des portions centrales et forment des croissants isolés, pl. VI, fig. 2, 3 *h*.

Dans la racine de la *Betterave cultivée*, la partie corticale est si mince, qu'à peine peut-on la distinguer de la partie centrale, mais on voit pourtant bien une zone transparente complète.

Dans la racine du *Daucus Carotta*, pl. X, fig. 4, la partie extérieure est fort épaisse; la zone qui la sépare de l'interne est fort sinueuse, les rayons médullaires sont saillants dans la zone transparente et se continuent avec les prolongements médullaires de la partie extérieure. Cependant, en observant avec beaucoup d'attention, on reconnaît que la zone d'accroissement forme un cercle non interrompu. Dans cette plante, la distinction des deux systêmes est puissamment aidée par la différence de leurs couleurs. La partie corticale est orangée, la centrale d'un jaune pâle.

Les tiges tendent donc à se diviser de plus en plus en deux portions, l'une centrale, l'autre extérieure ou corticale, par la couche transparente, qui est parfaitement continue.

Dans l'*Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 1, 2, 3; le *Centranthus ruber*, pl. XI, fig. 1; le *Clematis Vitalba*, pl. XI, fig. 1, etc., la ligne transparente est très-visible; elle est continue et partage nettement les faisceaux parenchymateux ainsi que les intervalles médullaires qui sont interposés, établissant ainsi la ligne de démarcation entre le systême central et le systême cortical.

Ainsi cette distinction ne devient bien visible que lorsque les faisceaux sont le siége d'un accroissement continu, que le tissu gélatiniforme ou *Cambium* épanché, aussitôt qu'il s'organise et qu'il prend l'apparence d'un *tissu complet*, est remplacé par une nouvelle formation interstitielle, et qu'enfin l'accroissement n'est arrêté, ni dans les faisceaux, ni dans les rayons

médullaires, de sorte que l'interstice d'accroissement forme un cercle continu.

Lorsque la création successive de parties parenchymateuses a lieu dans les faisceaux, ceux-ci grandissent nécessairement : des vaisseaux se forment dans les parties récentes au fur et à mesure qu'elles sont créées. Nous allons dire comment s'opère cette nouvelle formation.

La partie de la zone transparente qui touche la portion qui contient les vaisseaux trachéens devient plus consistante, et bientôt on voit dans son intérieur de nouveaux vaisseaux. Ils sont d'abord très-minces et transparents ; ils sont de même nature que la couche qui les produit ; mais ils ont cela de particulier que les lames internes et par conséquent les fentes, ponctuations, etc., sont bien moins apparentes que dans l'état parfait. Ex. *Cucurbita*, pl. II, fig. 5 P. Ils paraissent en même temps moins nombreux. Ex. *Ricinus communis*, pl. VI, fig. 1 G. Ils prennent enfin leur consistance et leurs caractères définitifs.

La partie de la zone transparente, voisine de celle qui contient les vaisseaux propres, produit à son tour des vaisseaux de même espèce que ces derniers. Ex. *Chelidonium majus*, pl. IV, fig. 2 *g'*.

Après ce groupe de vaisseaux, il s'en forme un autre, de manière que le faisceau vasculaire s'alonge, et qu'il est formé de paquets irréguliers de vaisseaux.

La portion nouvelle dans laquelle ont été créées les nouvelles fibres formées de vaisseaux trachéens agglomérés, est séparée des fibres anciennes par un espace utriculaire, qui prend quelquefois, dans une partie de son épaisseur, l'aspect de celui qui constitue les rayons médullaires ; de manière que ceux-ci semblent envoyer des lames qui vont de l'un à l'autre en divisant les faisceaux vasculaires, et de manière aussi que la tige présente réellement des circonférences médullaires comme des rayons médullaires.

Les circonférences médullaires ne sont pas régulières comme les rayons médullaires, parce que les portions cellulaires qui restent interposées entre les fibres qui composent les faisceaux ne sont ni également espacées, ni également épaisses, de sorte que celles d'un faisceau ne sont pas exactement placées vis-à-vis de celles du faisceau voisin, et par conséquent ne peuvent constituer avec elles des circonférences bien décrites. Celles du *Cytisus Laburnum* sont des plus régulières et des plus élégantes. Une autre cause qui fait que les circonférences médullaires ne sont pas bien apparentes, c'est que le tissu utriculaire des faisceaux conserve souvent un aspect différent de celui des rayons médullaires, et qu'il se trouve conséquemment coupé par ces derniers.

Par exemple, dans certaines plantes, les intervalles utriculaires qui séparent les faisceaux fibreux qui se développent à la suite les uns des autres, restent parenchymateux, c'est-à-dire que les utricules conservent des parois épaisses et ne présentent qu'un point vide au centre. Conséquemment les circonférences médullaires sont parenchymateuses, et entrecoupées par les rayons médullaires. Ex. le *Bocconia cordata*, pl. V, fig. 3 D, D' et fig. 4 *b*, *b*, *b*.

La racine du *Beta sativa*, pl. VIII, fig. 2, présente des circonférences médullaires très-épaisses, très-régulières, et facilement séparables. Nous en parlerons en traitant des racines.

Les rayons médullaires doivent être parfaitement rectilignes : en effet, les vaisseaux naissent toujours vis-à-vis les vaisseaux, dans les mêmes cordons parenchymateux ; le tissu formant les rayons médullaires produit rarement des faisceaux parenchymateux, et par conséquent n'engendre pas de fibres ; conséquemment ils constituent une ligne régulièrement cellulaire depuis le centre jusqu'à la circonférence.

En s'alongeant, la portion centrale des faisceaux vasculaires va en s'élargissant en-dehors, parce qu'elle occupe à son extrémité une circonférence toujours plus grande.

Quand elle devient trop large, il naît plusieurs fibres ou plusieurs agglomérations de vaisseaux vis-à-vis des anciennes; entre les fibres restent des espaces qui prennent le caractère de rayons médullaires, et qui se continuent en ligne droite comme les rayons primitifs. Ils constituent ainsi de nouveaux rayons.

Ainsi se multiplient les rayons médullaires, qui tous conséquemment ne vont pas jusqu'au centre.

Par l'effet de leur élargissement, les faisceaux parenchymateux deviennent subtriangulaires, de sorte que, tandis qu'à leur point d'origine ils étaient séparés par de larges espaces cellulaires, en-dehors ils deviennent de plus en plus rapprochés, et finissent par se toucher, de manière à former une couche continue.

Cette couche se forme d'autant plus vite que les faisceaux étaient plus nombreux, eu égard au diamètre de la tige. Dans le *Bocconia*, pl. V, fig. 1, 3, 4, les faisceaux fibreux sont plus serrés que dans le *Chelidonium*, pl. IV, fig. 1, 2, aussi les fibres semblent-elles mieux former un cercle, et les rayons médullaires sont-ils mieux déterminés.

Dans l'*Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 1, 2, 3, 4, les faisceaux étant fort irréguliers, les parties médullaires sont mal déterminées; mais bientôt les faisceaux se touchent de manière à former à l'extérieur une couche continue, dans laquelle les intervalles médullaires ne sont pas apparents.

Dans le *Ricinus communis*, pl. VI, fig. 1, les faisceaux fibreux, très-nombreux, forment une couche continue dans laquelle les rayons médullaires sont étroits et réguliers. La médulle centrale est détruite au milieu; elle ne forme plus qu'un cercle médullaire, régulier en-dedans de la couche fibreuse.

Quelquefois enfin on ne voit pas de lignes médullaires distinctes du tissu parenchymateux. Ainsi nous avons noté que,

dans les rameaux du *Sambucus laciniata*, pl. X, fig. 7, 8, observés à la fin de l'automne, on remarque que la couche fibreuse ne contient que du tissu parenchymateux très-serré, et quelques vaisseaux. Les faisceaux ne sont séparés que par quelques lignes obscures qui ne sont que des séries fort régulières d'utricules parenchymateuses, pressées comme si elles avaient été fortement serrées par l'accroissement de deux faisceaux voisins.

Les cavités de ces utricules sont presque entièrement oblitérées, et ne sont plus représentées que par un point noirâtre.

Certaines plantes offrent une disposition contraire à celle du *Sambucus ;* leurs faisceaux restent long-temps et même toujours distincts. Dans le *Menispermum canadense*, pl. VI, par exemple, le tissu qui forme les rayons médullaires primitifs, fig. 3 et 4 *b*, est si mince qu'il se détruit facilement, de manière que les faisceaux restent isolés, même après huit à dix ans d'accroissement.

Dans tous les cas, l'accroissement du système central se fait de la même manière : de nouvelles parties, formées dans les zones transparentes, s'ajoutent aux anciennes. Ainsi, la portion des faisceaux vasculaires qui appartient à ce système s'alonge à l'extérieur, va en s'élargissant, se rapproche des faisceaux voisins et forme ainsi un ensemble des cercles vasculaires dont les fibres ou groupes de vaisseaux sont séparées les unes des autres par les rayons médullaires qui divergent des parties centrales vers la circonférence, et par des cercles médullaires qui subsistent sans vaisseaux entre chaque formation concentrique de groupes vasculaires.

Les rayons médullaires se sont accrus de la même manière, parce que de nouvelles utricules ont été formées dans l'interstice transparent qu'ils nous offraient.

Ainsi s'accroît le système central.

Disons un mot maintenant sur l'accroissement de l'écorce.

Pendant que l'interstice d'accroissement formait des vaisseaux

trachéens à la surface extérieure des vaisseaux primitifs contenus dans la partie interne des faisceaux parenchymateux, le même interstice formait des vaisseaux propres à la surface intérieure de ceux qui existaient primitivement dans la portion externe des faisceaux parenchymateux. Le système cortical a donc le même mode d'accroissement que le système central; mais il s'opère sur la face interne, tandis que celui du système central a lieu sur la face externe.

Le *Menispermum canadense* est peut-être l'arbre qui fait le mieux voir le mode d'accroissement de l'écorce. Dans ce végétal, en effet, on voit, pl. VI, fig. 3, que les parties parenchymateuses de l'écorce *h* appartiennent vraiment aux faisceaux vasculaires, dont ils ne sont séparés que par la partie transparente; dans la fig. 4 on voit que ces parties parenchymateuses *h* sont rejetées dans l'écorce par l'accroissement, mais qu'elles sont placées vis-à-vis les faisceaux qui restent parfaitement distincts malgré les accroissements successifs; les parties parenchymateuses subséquentes, fig. 4 *i*, *i*, sont placées vis-à-vis les subdivisions des faisceaux vasculaires; et, après elles, d'autres parties parenchymateuses plus petites sont placées vis-à-vis les troisièmes divisions des faisceaux. Cet ordre régulier atteste le mode de formation des parties de la zone corticale, et cela est d'autant plus curieux à observer dans le *Menispermum* que bien qu'on ait vu évidemment ces parties unies au faisceau parenchymateux, cet arbre présente ensuite les parties corticales les plus distinctes, parce que la partie transparente qui les sépare du système central se détruit facilement.

La partie corticale ne s'accroît pas dans la même proportion que la portion centrale, parce que le volume et le nombre des vaisseaux propres sont loin d'être semblables au volume et au nombre des vaisseaux trachéens, et que la même disproportion existe dans le tissu parenchymateux qui accompagne les deux ordres de vaisseaux.

Les faisceaux vasculaires qui composent le système cortical sont séparés par du tissu utriculaire à l'état médullaire qui forme des lignes analogues aux rayons médullaires. Les lignes médullaires qui sont placées entre les faisceaux parenchymateux primitifs sont immédiatement placées vis-à-vis les rayons médullaires primitifs, et continus avec eux. Les intervalles médullaires qui se forment ensuite dans la portion corticale des faisceaux parenchymateux correspondent aussi, bout à bout, aux rayons médullaires qui ont subdivisé secondairement la portion centrale des faisceaux parenchymateux.

Il arrive parfois que, dans le cercle transparent, la portion destinée à former le prolongement des rayons médullaires devient blanche, opaque, moins succulente, en un mot prend son caractère médullaire avant que les portions vasculaires aient perdu leur transparence et qu'elles aient formé des vaisseaux visibles. On reconnaît alors visiblement que les rayons médullaires traversent la couche transparente et se continuent avec les intervalles médullaires de l'écorce.

Cette disposition est bien appréciable dans la racine du *Daucus Carotta*, pl. X, fig. 4. La zone transparente semble divisée par les rayons médullaires qui font saillie dans la zone transparente et paraissent se continuer en certains points avec les prolongements médullaires de l'écorce. Il reste cependant entre eux une très-légère intersection qui suffit pour établir la distinction des deux systèmes. D'ailleurs, la couleur de la partie corticale ne peut laisser de doute sur leur séparation.

Dans le *Bocconia*, pl. 5, fig. 2 et 3, nous avons vu que la zone transparente se détruit souvent dans la portion E, E', qui correspond aux faisceaux vasculaires; mais elle persiste dans la portion G; de sorte que les rayons médullaires se constituent avec les prolongements médullaires de l'écorce.

Dans le plus grand nombre des cas, les rayons ou prolongements médullaires de l'écorce sont moins apparents et moins

réguliers que ceux du corps ligneux. Cela tient à plusieurs causes :

1.° L'écorce a moins d'épaisseur; conséquemment ses prolongements médullaires sont plus courts.

2.° Les vaisseaux propres ne se distinguent pas, par leur consistance, du tissu utriculaire; ils ont une contexture similaire, et lorsqu'ils sont vides ou que les liquides qu'ils contiennent ne sont pas colorés, ils se confondent absolument avec le tissu utriculaire.

3.° Les vaisseaux propres ne se développent pas avec la même régularité que les vaisseaux trachéens, et les faisceaux qu'ils constituent se soudent très-fréquemment, de manière qu'ils forment un réseau à mailles plus ou moins serrées et qu'ils interrompent ainsi les rayons médullaires.

Dans certaines plantes, comme dans l'*Asclepias syriaca*, pl. VI, fig. 2, les vaisseaux laiteux sont rassemblés en faisceaux réguliers B, de manière que la médulle corticale A, dans la partie interne, est partagée en sections régulières; mais dans ces intervalles médullaires se trouvent épars des vaisseaux assez nombreux, puisqu'on voit suinter le liquide laiteux d'un grand nombre de points.

Dans d'autres végétaux, les prolongements médullaires de l'écorce se présentent sous la forme de lignes convergentes très-étroites et bien régulières. Ainsi, dans le *Rhus typhinum*, pl. VII, fig. 1, on voit que la médulle corticale est divisée en lignes convergentes régulières, qui ne sont point parenchymateuses et se continuent d'une part avec la médulle extérieure et de l'autre avec la couche d'accroissement; les unes DD sont minces et régulières dans toute leur étendue; les autres CC commencent par être très-épaisses, parce que primitivement les faisceaux parenchymateux ne partageaient pas la médulle corticale aussi uniformément.

Lorsque les faisceaux vasculaires de l'écorce se sont rappro-

chés par les progrès de leur accroissement, ils forment, comme ceux du système central, un cercle continu; conséquemment, l'accroissement est analogue dans les deux systèmes; seulement la disposition des parties est inverse.

L'accroissement de deux systèmes continue ainsi à se faire par cercles successifs qui s'ajoutent à la face externe de la portion centrale, et à la surface interne de la partie corticale. La réunion des cercles concentriques qui s'engendrent pendant une année forme une couche; la constitution de cette couche est le terme de la deuxième période d'accroissement, ou de l'accroissement annuel. Nous allons étudier les accroissements subséquents.

Troisième période d'accroissement. — Formation des couches concentriques.

Dans les tiges ligneuses ou dans les souches vivaces, l'accroissement ne se borne pas à la constitution d'une première couche. Il a été suspendu par le froid de l'hiver; mais il recommence au retour du printemps. Un nouveau cambium s'épanche entre le bois et l'écorce dans l'interstice d'accroissement; d'abord fluide, sans consistance, il s'épaissit bientôt, s'organise, forme des utricules agglutinées les unes aux autres, et régénère ainsi entre le bois et l'écorce une lame transparente semblable à celle que nous avons vue précédemment.

Dans cette lame se forment des vaisseaux, et pendant ce temps-là se crée un nouveau tissu transparent qui engendrera des tubes vasculaires à son tour et sera suivi d'une nouvelle couche parenchymateuse. Les formations concentriques se succèderont ainsi jusqu'à la fin de la saison d'accroissement, de manière à former une couche semblable à la première.

Dans cette couche, les vaisseaux sont exactement disposés de la même manière que dans la première, c'est-à-dire que les

premiers vaisseaux sont des trachées à lames peu soudées ; puis des vaisseaux fendus, des vaisseaux à pores réguliers et grands, à pores nombreux, petits et confus, etc.

Le diamètre des premiers vaisseaux est petit; ensuite il va généralement en grandissant, c'est-à-dire que, quant à leur calibre, les vaisseaux sont aussi disposés comme dans la première couche.

La distance qu'on observe entre ces vaisseaux est également pareille à celle que nous avons vue dans la première couche. Ainsi, les premiers vaisseaux qui se forment dans la deuxième couche sont serrés et laissent peu de tissu utriculaire entr'eux; les vaisseaux subséquents sont plus distants les uns des autres.

Enfin, les vaisseaux présentent, relativement à leur consistance, les mêmes modifications observées dans la première couche, c'est-à-dire que les premiers formés ont déjà des parois fermes et solides; tandis que celles des derniers sont encore minces, peu consistantes et presque transparentes.

Les groupes de vaisseaux qui se sont formés à la suite les uns des autres laissent entr'eux des espaces utriculaires, de manière à former, avec les espaces utriculaires voisins, des circonférences médullaires ou parenchymateuses plus ou moins régulières.

Enfin, entre chaque groupe vasculaire et ses voisins, il reste des intervalles utriculaires qui sont placés vis-à-vis les intervalles qui constituaient les rayons médullaires, lesquels se trouvent ainsi alongés. De plus, les groupes vasculaires pouvant devenir plus nombreux, parce que la circonférence extérieure est plus grande que celle qui l'a précédée, les intervalles médullaires se multiplient, et ceux qui se trouvent entre un groupe subdivisé forment le commencement d'un nouveau rayon médullaire qui ne va pas jusqu'au centre de la tige.

En un mot, la formation de la deuxième couche est identiquement la même que celle de la première.

Les deux couches annuelles se distinguent l'une de l'autre, parce que les parties se formant exactement dans le même ordre, le commencement de l'une diffère essentiellement de celle qui la précède. En effet, les vaisseaux qui se trouvent dans la première zone, c'est-à-dire ceux qui sont formés pendant la période la plus active de la végétation, sont petits, nombreux, serrés, à peine séparés par du tissu utriculaire, tandis que ceux qui sont dans la dernière zone de la couche précédente sont grands, rares, presque perdus dans le tissu utriculaire, et on observe même que le cercle qui a marqué la clôture de la végétation annuelle paraît entièrement utriculaire, soit que le temps ait manqué à la formation des vaisseaux, soit que les parois de ces derniers aient été si peu consistantes que leur cavité ne reste pas apparente.

Il arrive cependant que les couches annuelles ne sont pas nettement distinctes, et cela a lieu lorsque les différences que nous venons d'énumérer sont peu sensibles. Ainsi on ne les aperçoit pas lorsque tous les vaisseaux de la couche sont à peu près semblables par leur diamètre et leur consistance, et qu'ils ne sont pas plus nombreux dans les premiers cercles de la couche que dans ceux qui ont été créés à la fin de la période annuelle de végétation.

Ainsi dans le *Menispermum canadense*, pl. VI, les groupes des vaisseaux, fig. 3 et 4, *f, f, f, f,* créés chaque année successive, sont si semblables dans toute l'étendue de chaque couche qu'on n'en peut discerner le commencement de la fin, et que conséquemment on ne peut distinguer à l'œil la production de chaque année. Cette distinction se fait d'ailleurs d'autant plus difficilement que, comme nous l'avons dit, les faisceaux primitifs restent isolés par la destruction facile des rayons médullaires, de sorte qu'alors les couches sont interrompues et ne forment plus des cercles qu'on puisse nettement suivre dans toute la circonférence.

Les couches de la portion corticale se forment comme celles du système central; mais elles sont beaucoup moins distinctes, d'abord parce qu'elles sont beaucoup moins épaisses, ensuite parce que les vaisseaux ne se distinguent pas à l'œil nu du tissu utriculaire, et que d'ailleurs ils sont tous à peu près du même volume.

Cependant il arrive parfois que les vaisseaux n'ont pas le même diamètre; ainsi dans le *Rhus typhinum*, pl. VII, on voit que les vaisseaux extérieurs, fig. 2, sont très-gros et assez distincts les uns des autres, tandis que les vaisseaux subséquents, par conséquent plus intérieurs, fig. 3, sont extrêmement petits et anastomosés fréquemment. Dans cet arbre, les vaisseaux propres forment dans l'écorce des cercles bien réguliers, fig. 1; on les aperçoit facilement parce qu'ils laissent suinter une gouttelette de liquide laiteux. De manière que dans cette écorce les couches concentriques sont apparentes ainsi que les rayons médullaires.

Il faut noter que les faisceaux primitifs du système central, qui forment un cercle dans l'intérieur de la tige, lorsque celle-ci est encore presque à l'état médullaire, sont généralement droits, distincts et sans réunion entre eux; de manière que les fibres qui les composent peuvent facilement se compter et se suivre dans toute leur étendue, jusqu'au point où elles vont s'épanouir pour former les feuilles, point où elles se partagent ordinairement d'une manière régulière. Mais lorsque les faisceaux sont rapprochés, de telle façon qu'ils forment comme une couche continue, ils paraissent s'unir fréquemment, et les fibres vasculaires qui les constituent passent facilement de l'un à l'autre, de manière à former un réseau à mailles plus ou moins serrées.

Cette disposition se voit bien dans l'*Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 19, ainsi que dans un grand nombre de plantes; elle se remarque particulièrement dans la racine, ex. *I. Balsamina*,

pl. IX, fig. 17 ; *Asclepias syriaca*, pl. IV, fig. 7 ; *Beta sativa*, pl. VIII, fig. 6 et 7, etc.

Mais c'est surtout dans l'écorce que les fibres sont presque toujours ainsi flexueuses et anastomosées. C'est ce qu'on voit d'une manière remarquable sur la surface interne de l'écorce du *Rhus typhinum*, pl. VII, fig. 3, etc.

Nous avons dit que ce sont spécialement ces anastomoses des faisceaux vasculaires de l'écorce qui rendent les prolongements médullaires moins apparents et moins réguliers que dans le systême central.

Quatrième période d'accroissement. — Distinction du bois et de l'aubier, des couches corticales et du liber.

Une couche nouvelle se forme chaque année, de la manière que nous venons d'indiquer, de telle façon que le systême central est formé de couches concentriques, dont les plus anciennes sont au centre ; le systême cortical, au contraire, est formé de couches dont les plus anciennes sont repoussées à l'extérieur.

Bientôt il arrive un nouveau changement dans les deux systêmes. La couche la plus interne du systême central se distingue des couches extérieures par sa dureté plus grande et sa couleur plus intense. Ainsi les couches extérieures sont blanches ou jaunâtres, et la partie centrale est jaune dans le Chêne, olivâtre dans le Cytise des Alpes, noire dans l'Ébène, rouge dans le Bois de Campêche, etc.

On donne le nom de *bois* aux couches parvenues à l'état parfait, et le nom d'*aubier* aux couches récentes et encore tendres et pâles.

Chaque année, en même temps qu'une couche d'aubier est formée, une couche acquiert les qualités du bois parfait.

Ce changement est produit par les matières qui, se déposant

dans les utricules, deviennent de plus en plus denses, obstruent tous les vides, comme cela s'observe déjà en partie dans le tissu parenchymatheux, et donnent aux couches *ligneuses* la consistance qu'on leur connaît. Ces matières sont solubles dans l'acide nitrique.

Quelquefois les couches d'aubier se transforment incomplètement en bois. Quelquefois une couche garde les caractères de l'aubier et est recouverte par des couches de bois; quelquefois les couches se transforment plus vîte en bois d'un côté que de l'autre, cela tient à la vigueur relative des diverses parties de l'arbre. C'est la même cause qui fait que les couches ne sont pas de même épaisseur dans toute leur circonférence.

Pendant que les couches internes du système central se solidifient, les couches externes de l'écorce prennent aussi plus de consistance, et se distinguent des couches corticales internes encore tendres, pâles et presque herbacées. Les extérieures retiennent le nom de *couches corticales;* on donne le nom de *liber* aux couches encore tendres.

Lorsque le végétal est arrivé à ce point d'accroissement, il est parvenu à l'état adulte. Alors on voit la tige composée de toutes ses parties, dont nous rappellerons rapidement les dispositions.

Le Systême cortical est formé des parties suivantes :

1.° *L'épiderme,* membrane enveloppant tout le végétal, entièrement cellulaire, souvent très-extensible, se déchirant cependant quand les organes qu'elle recouvre prennent trop de développement, formée d'une ou plusieurs couches d'utricules distinctes des utricules sous-jacentes, très-petites, aplaties dans le sens de l'épaisseur, parfois irrégulières, intimement soudées, peu destructibles par macération, à parois épaisses, transparentes, souvent incolores, ne contenant pas de chlorophylle, présentant quelquefois des lignes anastomosées, résultant de la pression de cellules sous-jacentes.

L'épiderme est quelquefois recouvert d'une membrane excessivement mince ; il offre des ouvertures nommées stomates, formées par la non-adhérence de deux utricules à parois plus minces, contenant, selon certains auteurs, une autre utricule très-mince, pleine de matière verte, étendue du bord libre au bord adhérent de l'utricule qui la contient, et susceptible d'élargir l'ouverture stomatique par contraction.

Les stomates sont placés sur les parties herbacés et vertes; ils manquent dans les racines, les pétioles non foliacés, les fruits charnus, beaucoup de pétales, les cicatrices qui remplacent l'épiderme enlevé. Quelquefois ils sont remplacés par des trous irréguliers. Ex. *Nerium*.

Ils sont épars, ou en lignes régulières, ou en groupes arrondis, etc. Ils correspondent ordinairement aux lacunes qu'on rencontre dans le tissu utriculaire.

L'épiderme manque dans les plantes vivant sous l'eau.

2.° La *médulle corticale*, formée par la portion du tissu utriculaire placée en-dehors des faisceaux parenchymateux primitifs, plus ou moins épaisse, composée d'utricules ordinairement grandes, minces, et pleines de chlorophylle, s'exfoliant quelquefois en membranes, Ex. le Bouleau, le Cerisier ; en plaques, Ex. le Platane, prenant un grand développement et une consistance particulière dans le Liége, etc.

La médulle corticale semble quelquefois formée de couches qui se distinguent par la grandeur des utricules, par l'absence ou la présence de la chlorophylle. Quelquefois elle contient des parties parenchymateuses plus ou moins régulières ; elles sont le résultat successif de l'accroissement qui s'est opéré entre le systême cortical et le systême ligneux.

3.° *Les prolongements médullaires de l'écorce*, partie de la médulle dans laquelle se sont développées les fibres corticales, et qui a été divisée par conséquent en parties plus ou moins épaisses.

Ils sont placés vis-à-vis les rayons médullaires, avec lesquels ils se continuent, quand les points correspondants de la zone interstitielle d'accroissement perdent leur transparence.

4.° Les *couches corticales*, formées primitivement par les portions extérieures ou corticales des faisceaux parenchymateux, et les vaisseaux propres qu'elles contiennent. Elles ont été repoussées en-dehors par la formation des couches nouvelles; elles sont séparables par macération et formées de fibres flexueuses, anastomosées, et formant ainsi un réseau plus ou moins élégant. Ex. le *bois à dentelle*.

5.° Le *liber*, partie la plus interne de l'écorce, formée par conséquent par les productions encore imparfaites, tendres, herbacées. Il constituera successivement les couches corticales quand il prendra plus de consistance, et sera repoussé en-dehors par les parties de nouvelle formation.

Le Système central est formé des parties suivantes :

1.° La *médulle centrale*, portion du tissu utriculaire, qui s'est trouvée en-dedans des premiers faisceaux parenchymateux. Elle est habituellement blanche, quelquefois roussâtre, rarement verdâtre, etc., formée d'utricules grandes, régulières, vides, à parois peu épaisses, élastiques.

La médulle centrale laisse un vide en son centre, quand la tige s'élargit plus qu'elle ne peut prêter de dehors en dedans. Ex. les tiges fistuleuses. Elle se déchire en diaphragmes transversaux, quand la tige s'alonge subitement plus qu'elle ne peut prêter de haut en bas, Ex. Le Phytolacca, les Noyers, etc. Quelquefois elle se solidifie, soit par compression, soit par dépôt de matières dans les cellules, Ex. le Chêne; quelquefois elle renferme des faisceaux vasculaires qui se sont développés après les faisceaux primitifs.

2.° Les *rayons médullaires*, lignes médullaires, rayonnant des parties internes vers la circonférence, placées entre les faisceaux primitifs ou entre les divisions de ces faisceaux, se continuant

avec la médulle centrale dans le premier cas, naissant dans les faisceaux mêmes dans le dernier cas, s'alongeant comme les faisceaux à l'extérieur, par l'accroissement interstitiel, devenant de plus en plus nombreux, parce que les faisceaux vasculaires se partagent en un plus grand nombre de fibres à mesure qu'ils s'alongent.

Les rayons médullaires sont formés d'utricules alongées transversalement, parce qu'ils ont plus de facilité à s'étendre dans ce sens. Leur couleur et leur consistance ne sont pas ordinairement les mêmes que celles des faisceaux vasculaires ; ils peuvent rendre les bois jaspés de diverses manières, selon qu'on scie le tronc transversalement ou parallèlement aux rayons médullaires.

3.° Les *couches ligneuses* (*le bois*) formées par les faisceaux vasculaires, accrus, réunis en couches continues et ayant acquis, par les dépôts faits dans les cellules et l'endurcissement des parois vasculaires, toute la consistance qu'ils doivent avoir.

Le premier cercle vasculaire, formé des premiers vaisseaux, a été appelé *étui médullaire*, parce qu'il enveloppe la médulle centrale ; il est formé de trachées.

Les groupes vasculaires qui les suivent sont formés de vaisseaux dont les lames s'anastomosent de plus en plus, et dont le diamètre devient de plus en plus grand.

Les groupes vasculaires sont séparés les uns des autres, dans un sens par les rayons médullaires qui forment des lignes divergentes du centre à la circonférence, dans un autre sens par des intervalles parenchymateux plus ou moins réguliers qui, par leur réunion, forment des portions de circonférences séparées les unes des autres par les rayons médullaires.

La couche d'une année diffère de celle de l'année suivante, par ce que la zone qui la termine contient des vaisseaux très-grands, à parois peu consistantes, et clair-semés dans un tissu utriculaire abondant, tandis que la zone qui commence la couche suivante contient des vaisseaux très-petits et très-serrés.

4.° L'*aubier*, formé par les couches extérieures, conséquemment les plus récentes. Elles diffèrent du bois par la consistance beaucoup plus tendre, la couleur beaucoup moins foncée. Elles doivent ces qualités à ce que les utricules ne sont pas oblitérées d'une manière si complète, et que la matière qui les remplit n'est pas aussi dense.

L'aubier est facilement destructible par les insectes et la pourriture; il est un septième moins résistant que le bois. Ses couches sont plus ou moins nombreuses selon les arbres.

D'après cet exposé on voit que le système cortical et le système central sont formés de parties disposées d'une manière analogue, mais en sens inverse. Les deux systèmes sont séparés par la zone interstitielle d'accroissement, et c'est parce que les parties nouvelles de l'un et de l'autre sont formées dans une même zone, les parties de l'écorce contre la face interne des dernières couches, celles du système central sur la face externe de la couche antérieurement formée, que les parties sont placées dans un ordre contraire.

Ce mode d'accroissement rend aussi raison des faits divers qu'a recueillis la physiologie végétale.

Ainsi c'est parce que l'accroissement de l'écorce est interne et que les couches extérieures enveloppent des parties tous les jours plus volumineuses, que les vieilles écorces sont fendillées.

C'est parce que l'accroissement se fait sur la surface externe du bois et sur la face interne de l'écorce, que si on trace des caractères qui pénètrent jusqu'au bois en traversant l'écorce, la portion qui entame le bois reste sans changement, mais est recouverte par les fibres nouvelles et est enfermée dans l'épaisseur du bois, tandis que la portion des caractères qui traverse l'écorce est repoussée au-dehors, et déformée par la dilatation toujours plus grande des couches corticales.

Si on introduit un fil métallique entre le bois et l'écorce, il déprime la couche gélatineuse qui, se développant au-dessus de

lui, produit des fibres ligneuses, et l'enferme dans les couches du système central.

Si on enlève une portion d'écorce, et qu'on abrite la plaie, l'écorce est régénérée, soit parce qu'une portion de la couche régénératrice adhère à l'aubier, soit parce que les exsudations de celui-ci reforme la couche gélatiniforme, soit parce que le cambium qui s'organise dans les parties environnantes forme une couche qui s'alonge sur la plaie, et y reconstitue les parties corticales.

Si on enlève une partie de bois et qu'on recouvre la plaie par l'écorce, le bois est régénéré sur l'écorce réappliquée par un procédé semblable à celui que nous venons de décrire.

Si on tient une bande d'écorce écartée du système central, il se forme sur la face interne de l'écorce de nouvelles parties corticales et du bois, et sur la face externe du système central il se forme de nouvelles fibres ligneuses et une nouvelle écorce, parce que la couche régénératrice s'étend sur les deux surfaces, et constitue sur l'une comme sur l'autre des vaisseaux corticaux et des vaisseaux trachéens.

Si une couche ligneuse est imparfaitement formée, de sorte qu'elle soit susceptible de se détruire promptement, elle est recouverte néanmoins de couches nouvelles, parce qu'elle est détruite après que la zone transparente a créé de nouveaux éléments corticaux et centraux; de sorte qu'un arbre peut impunément avoir le centre désorganisé, ou une couche moyenne détruite.

Nous terminons ici l'étude des diverses périodes de l'accroissement des tiges : nous allons étudier les racines.

DES RACINES.

Les racines semblent présenter une structure qui diffère notablement de celle des tiges. Nous devons comparer ces deux organes.

On a dit généralement que ces deux parties n'étaient pas formées par le même tissu; qu'au point nommé *collet* ou *nœud vital*, il y avait interruption et changement de nature, que le canal médullaire ne s'étendait pas dans la racine, que les rayons médullaires ne s'y trouvaient pas, que les couches vasculaires n'étaient pas régulières, que les vaisseaux caulinaires ne se continuaient pas avec les vaisseaux de la racine, et que les trachées ne pénétraient pas dans cet organe.

Nous avons à examiner ces différents points.

Lorsqu'on coupe transversalement une racine, il arrive, dans le plus grand nombre des cas, qu'on ne remarque pas, au centre de la section, un canal médullaire régulier, plus ou moins rempli d'une moelle bien circonscrite. C'est surtout lorsque la section a été opérée sur l'extrémité d'une racine qu'on constate l'absence de la médulle centrale. Ainsi dans la souche du *Chelidonium majus*, pl. IV, fig. 4, 13, 14, on voit que les faisceaux vasculaires se rapprochent du point central, fig. 4 *a*, et qu'ils finissent par se souder, fig. 13 et 14, de manière à ne laisser aucune partie médullaire au milieu de la tige.

On est donc conduit à croire que la racine n'a point de médulle centrale, comme la tige.

Lorsqu'on fend verticalement une tige et une racine, on constate les mêmes faits: la tige a un canal médullaire régulier et apparent, la racine paraît le plus fréquemment en être privée. Ainsi, si on fend la racine du *Daucus Carotta*, pl. X, fig. 1, et sa tige raccourcie qu'on appelle abusivement son collet, on voit que la tige a une médulle centrale, *e*, tandis que la partie centrale de la racine, *a*, ne présente pas de canal médullaire bien déterminé.

On ne peut s'empêcher de remarquer cependant que dans cette plante il y a une partie médullaire centrale, qui est demi-transparente et qui se continue manifestement avec la médulle centrale, *e*; elle a la même organisation, seulement elle diminue insensiblement de diamètre.

On observera des circonstances analogues dans le *Beta vulgaris*, pl. VIII, fig. 1, en fendant sa racine et son collet, c'est-à-dire la tige de la première année.

Cette tige, un peu plus alongée que celle du *Daucus*, a aussi une médulle centrale, *a*, très-développée. La racine paraît en être dépourvue. On voit cependant évidemment que, comme dans le *Daucus*, la médulle centrale se prolonge réellement dans la racine; elle diminue rapidement de diamètre, et bientôt les fibres centrales s'entrecroisent, de manière que le canal médullaire est tout-à-fait effacé.

La section verticale du *Chelidonium*, pl. V, fig. 15, nous montrera aussi la souche munie d'une moelle centrale qui en occupe presque toute l'épaisseur, tantôt sans lacune, tantôt laissant voir des vides, *a*, *a*, qui annoncent que la tige deviendra fistuleuse.

Mais, dans cette plante, la médulle centrale ne se rétrécit pas brusquement; elle diminue insensiblement de largeur, et pénètre assez avant dans la racine. Ce n'est que vers l'extrémité que les faisceaux fibreux s'entrelacent, de manière à empiéter sur l'organe médullaire et à empêcher de le discerner.

L'Impatiens Balsamina, dont la partie médullaire centrale acquiert un grand développement, nous montrera, bien plus que toutes les plantes citées plus haut, que la médulle de la tige se continue dans la racine sans aucune interruption. En effet, si l'on fait une coupe verticale de cette plante, pl. IX, fig. 16, on voit que la moëlle de la tige pénètre dans la racine, et qu'elle se continue même dans toutes les ramifications, qui sont par conséquent pourvues d'une moelle centrale, comme le corps de la racine et la tige; il n'y a que dans ses ramifications radicales qui partent immédiatement d'un gros faisceau fibreux qu'on ne peut voir les centres médullaires se continuer d'une manière large avec la masse médullaire qui occupe le centre du corps principal. Dans les autres, fig. 16 B, B, on voit bien, par une

coupe longitudinale, que la médulle centrale pénètre dans les ramifications et en remplit le centre. Lorsqu'on arrache une de ces ramifications, on voit, fig. 17 B, que les fibres du corps principal s'étendent sur les ramifications, mais que le centre est uniquement formé par le canal médullaire.

Il est de la dernière évidence, dans cette plante, que la moelle de la tige ne cesse pas au collet, qu'elle se continue sans interruption au-delà de ce point avec la moelle de la racine, et se répand dans toutes les divisions de cet organe.

On ne peut donc admettre que la racine diffère de la tige par l'absence de la moelle centrale. Les fibres radicales naissent, comme celles de la tige, au milieu d'un tissu médullaire plus ou moins abondant, et ce tissu est continu avec celui de la tige; parfois ces fibres laissent au centre une partie médullaire régulièrement circonscrite par les vaisseaux comme celle de la tige; mais le plus souvent les faisceaux fibreux, plus sinueux, s'unissent de manière que la médulle centrale n'est plus régulièrement circonscrite : sa présence alors ne peut plus être constatée. Enfin les faisceaux fibreux peuvent se souder au centre de manière à oblitérer réellement le canal médullaire, *Chelidonium*, pl. IV, fig. 14. Ces faisceaux, le plus souvent, ne se rapprochent qu'insensiblement, *Chelidonium*, pl. V, fig. 15; *Beta*, pl. VIII, fig. 1; cependant ils se portent quelquefois assez brusquement vers le centre, *Daucus*, pl. X, fig. 1.

L'absence des rayons médullaires est le deuxième caractère qu'on a annoncé, comme pouvant servir à distinguer la racine de la tige. En effet, dans le plus grand nombre des racines, on ne voit pas de lignes médullaires, rayonnant régulièrement du centre et s'étendant jusqu'à la circonférence. Cela tient à ce que les fibres de la racine deviennent plus flexueuses, plus anastomosées, ou plus subdivisées que celles de la tige, de manière que les intervalles médullaires ne sont pas continus; à chaque instant ils sont interrompus par un faisceau qui va se réunir au

faisceau voisin, ou par une subdivision qui se détache d'un faisceau pour rester isolé ou aller s'agglutiner à un autre.

Cependant, dans presque toutes les racines, les faisceaux fibreux commencent par être isolés au milieu du tissu utriculaire. Les intervalles qui les séparent sont donc à bon droit regardés comme des rayons médullaires. Le plus grand nombre des racines, dans leur premier âge, et surtout dans leur partie supérieure, montrent des rayons médullaires qui restent bien réguliers. C'est ce qu'on peut voir dans la racine du *Cucurbita Pepo*, pl. I, fig. 1, 2, 3; dans le *Chelidonium*, pl. IV, fig. 4; dans la souche du *Bocconia*, pl. V, fig. 4; dans l'*Asclepias syriaca*, pl. VI, fig. 6: toutes ces racines ont des rayons médullaires aussi apparents que ceux des tiges, etc.; ils sont encore bien nettement appréciables dans le *Daucus Carotta*, pl. X, fig. 4; ils sont encore fort apparents et fort larges, lorsque les faisceaux fibreux se sont rapprochés au centre, dans le *Chelidonium majus*, pl. IV, fig. 13 et 14.

Les rayons médullaires existent donc dans la racine comme dans la tige : seulement ils sont moins réguliers dans un grand nombre de circonstances; mais on ne peut trouver là une dissemblance dans la structure. Les faisceaux fibreux sont séparés par des intervalles utriculaires qui sont analogues aux rayons médullaires, bien qu'ils n'aient pas toujours la forme d'une ligne rayonnante. Sous ce rapport, la structure des racines est fondamentalement la même que celle des tiges.

Les couches vasculaires ne sont pas toujours aussi régulières dans les racines que dans les tiges; cependant on ne voit pas, sous ce point de vue, de grandes dissemblances. Il arrive quelquefois que les circonférences médullaires qui séparent chaque cercle de vaisseaux prennent un grand développement dans les racines charnues; c'est ce qui a lieu, par exemple, dans la *Betterave*, pl. X, fig. 2. Dans cette plante, chaque cercle de vaisseaux, accompagné de sa circonférence médullaire, imite

une couche distincte, de sorte que la racine qui n'a végété que pendant un été est en quelque sorte semblable à celle dont la végétation a duré pendant plusieurs saisons successives. Ce qui contribue encore à faire paraître la racine comme composée de couches distinctes, c'est surtout cette circonstance que le tissu utriculaire qui touche immédiatement les vaisseaux reste transparent et forme, en raison du rapprochement des groupes de vaisseaux, un cercle qui ne paraît pas interrompu.

Les cercles transparents et gélatiniformes qui accompagnent les fibres vasculaires imitent en quelque sorte la zone interstitielle d'accroissement, et comme elles sont multiples, on a peine, au premier abord, à discerner les parties qui appartiennent au système central. Cette difficulté de diagnostic augmente encore, parce que l'écorce est excessivement mince et se confond très-facilement avec le cercle le plus extérieur du système central. Mais avec un peu d'attention, et surtout en recourant à l'examen microscopique des vaisseaux qui forment les cercles concentriques, on s'assure que l'on ne doit prendre pour l'écorce entière que la partie mince qui aurait pu paraître ne devoir constituer que l'épiderme.

Les cercles transparents qui accompagnent les séries circulaires de vaisseaux ont très-peu de consistance et se déchirent avec facilité, de sorte que les parties qui composent la couche se séparent très-aisément et qu'on peut ainsi partager la racine en plusieurs zones superposées. Cette circonstance est sans doute une des causes qui font que, lorsque, dans les sucreries, on présente une betterave à la râpe parallèlement à son axe, la pulpe fournit moins de jus lorsqu'elle est pressée. Cela a lieu, sans doute, parce que de longs fragments de zones se sont détachés et que moins de cellules ont été ouvertes.

La *Carotte*, pl. X, fig 4, qui semble fort semblable à la betterave, en diffère beaucoup parce que son écorce a une grande épaisseur et que les cercles vasculaires ne forment pas de

couches distinctes. La zone d'accroissement est très-sinueuse ; elle paraît divisée par les rayons médullaires qui font saillie hors du système central ; mais la zone transparente, si ténue qu'elle soit, et la différence de couleur, distinguent bien le système central et le cortical, séparés l'un de l'autre comme dans la tige. Dans la *Carotte*, les utricules du système central, comme celles du système cortical, sont encombrées de globuline, tandis que dans la *Betterave* elles ne contiennent que des sucs limpides.

Mais nous ne nous étendrons pas davantage sur les particularités de structure que peuvent présenter les racines ; il nous suffit de constater les faits généraux. Nous nous bornerons donc à dire que les couches vasculaires, les circonférences et les rayons médullaires sont analogues dans les racines et les tiges ; que dans les premières seulement ils ont une tendance à devenir irréguliers.

Il ne nous reste plus qu'à voir si ces deux organes, dont les parties sont disposées d'une manière analogue, sont réellement formés par les mêmes vaisseaux. Lorsqu'on dépouille une tige de son écorce, et qu'on la fait macérer, ce que j'ai fait, par exemple, pour l'*Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 17, on voit que les fibres de la tige se continuent sans aucune distinction sur la racine et ses ramifications.

On peut remarquer de même cette continuité des vaisseaux sur une coupe verticale de la tige, fig. 16 ; aucune intersection ne se fait voir dans les fibres de la plante au point qu'on nomme nœud vital. Il faut donc admettre que ce sont les vaisseaux de la tige qui s'alongent pour former la racine.

Il est vrai que le plus grand nombre des auteurs a dit que les racines n'avaient pas de trachées. Nous devons chercher à déterminer ce que cette assertion a de vrai.

Dans un assez grand nombre de racines, on ne rencontre pas de trachées déroulables, surtout vers l'extrémité. Par exemple, dans le *Beta*, pl. VIII, fig. 3, 4, on ne trouve que des trachées à lames un peu anastomosées et des vaisseaux à ponctuations assez régulières ou à lames confusément unies.

Dans le *Chelidonium*, pl. IV, fig. 5, et dans le *Bocconia*, pl. V, fig. 5, dans l'*Asclepias*, pl. IV, fig. 4, je n'ai pas aperçu de trachées dans la coupe verticale de la racine ; mais par la macération de la racine du *Chelidonium*, j'ai obtenu des trachées simples et à lames écartées, pl. IV, fig. 6. Dans la *Carotte*, on trouve même, à l'extrémité de la racine, des trachées à lames libres, pl. X, fig. 2, ou peu anastomosées, fig. 3.

La coupe verticale de la racine du *Cucurbita Pepo*, pl. I, fig. 4, faite dans la partie moyenne du corps de la racine, au-dessous des principales ramifications, montre aussi des trachées à lames simples et multiples, écartées ou rapprochées, etc.; cependant le nombre en est moins grand que dans la tige. Les petites ramifications de la racine ne paraissent pas contenir de trachées à lames déroulables ; à peine y rencontre-t-on de petits vaisseaux à raies transversales : ce sont presque exclusivement des vaisseaux très-gros, à ponctuations confuses, qui constituent les fibrilles radicales.

Les vaisseaux articulés ou moniliformes se rencontrent particulièrement dans les racines ; ils y sont plus irréguliers, et semblent se rapprocher davantage du tissu utriculaire. Ex. *Chelidonium*, pl. IV, fig. 7, 8.

On voit par ces faits que les trachées pénètrent réellement dans les racines, mais elles y deviennent plus rares que dans les tiges, surtout aux extrémités. Les lames spirales y sont généralement plus serrées et plus anastomosées. Dans les cas les plus fréquents, on ne rencontre dans le caudex descendant que des vaisseaux ponctués, et les ponctuations deviennent plus nombreuses, plus petites, plus confuses. Les articulations qu'ils présentent sont plus communes, plus difformes, plus semblables aux utricules.

Il semble d'après cela que les premiers vaisseaux qui se forment dans les tiges ne s'étendent pas tous jusqu'aux racines, que même, dans un grand nombre de cas, aucun d'eux ne

pénètre jusqu'aux fibrilles radicales; peut-être même il y a des racines qui ne contiennent de trachées dans aucune de leurs parties. Il n'y aurait donc que les dernières formations des couches caulinaires qui entreraient dans la composition des racines, et les raies ou ponctuations des vaisseaux y prendraient un caractère de confusion beaucoup plus grand.

On observe même que des faisceaux caulinaires cessent en entier de se faire voir dans le corps principal des racines. Ainsi, dans le *Chelidonium*, pl. IV, la partie supérieure de la racine, fig. 4, présente autant de faisceaux que la partie inférieure de la tige. Mais à mesure que les sections transversales deviennent inférieures, elles montrent que les racines présentent un nombre de faisceaux moins considérable. Ainsi dans la fig. 13, on n'observe plus que trois faisceaux; dans la fig. 14 il n'y en a plus que deux.

Dans les divisions supérieures de la tige, le nombre des faisceaux primitifs ne diminue pas : chaque nouvelle pousse, chaque rameau, a un nombre de cordons parenchymateux égal à celui qu'on observait à la base de la tige : seulement les faisceaux de celle-ci prennent un développement plus ou moins grand, à mesure qu'elle forme des verticilles ou des spirales de feuilles plus nombreuses. Dans la racine il n'en est point ainsi. On est donc disposé à admettre une différence dans le mode d'accroissement des deux parties. Dans la tige, les fibres qui donnent naissance aux pousses nouvelles et aux feuilles qu'elles doivent porter, sont formées par l'élongation des anciens faisceaux, et conserveront la propriété de concourir à créer les fibres subséquentes, qui s'organisent par conséquent dans toute l'étendue de la tige et de ses divisions. Les feuilles extrémités de ces faisceaux caulinaires successifs ne partagent pas la propriété reproductive. Les racines paraissent être en quelque sorte dans le même cas : chaque nouvelle production des racines serait formée par l'alongement des fibres caulinaires qui se ramifieraient infé-

rieurement en racines, comme elles s'épanouissent supérieurement en feuilles; et les ramifications radicales ne participeraient pas plus à la formation des nouvelles fibres radicillaires, que les feuilles ne participent à la reproduction des feuilles d'une nouvelle évolution. La propriété de reproduction appartiendrait donc exclusivement à la tige et aux rameaux, subdivisions de la tige. On concevrait alors pourquoi la plante meurt lorsqu'on lui enlève le collet : elle périt alors parce qu'on coupe le végétal au-dessous de la dernière portion caulinaire en laquelle réside la force reproductive. La racine ne reproduira pas plus de bourgeons que les feuilles.

On peut donc penser que la racine est l'expansion inférieure des faisceaux fibreux de la tige, comme les organes foliacés en sont l'expansion supérieure. Les racines ne sont que des feuilles persistantes et fasciculées, puis séparées en fibrilles.

Mais par cela même que les faisceaux restent long-temps unis et soudés en un seul corps, les parties parenchymateuses qu'elles ont reçues pour former de nouvelles fibrilles sont parfois assez puissantes pour former un centre vital et produire de nouveaux bourgeons, et par suite de nouvelles tiges qui entretiendront la vie de la plante. Aussi l'on voit certaines racines dont la tige a été enlevée au-dessous du collet reproduire d'autres tiges; on voit certaines plantes dont les racines sont susceptibles de former des boutures; comme on voit certaines feuilles charnues, dans lesquelles le tissu parenchymateux est abondant, former des bourgeons et par conséquent de nouvelles plantes.

Nous allons maintenant étudier la formation des feuilles, des bourgeons et des fleurs.

DES FEUILLES.

Les feuilles sont formées par la terminaison des faisceaux vasculaires qui s'échappent du corps de la tige pour s'épanouir

et former des expansions souvent membraneuses. La tendance des fibres à s'échapper de la tige est telle, qu'au moment de leur création, leur extrémité est aussitôt proéminente, et forme le rudiment d'une nouvelle feuille.

La disposition des fibres caulinaires détermine la disposition des feuilles. Rien n'est donc plus important que d'étudier l'arrangement des fibres caulinaires, et les divers modes d'épanouissement qu'elles affectent, car rien n'est plus utile que d'expliquer la disposition des feuilles sur la tige, de la préciser, de donner les caractères fondamentaux qui servent à distinguer certaines modifications de celles avec lesquelles on peut les confondre, et de faire voir comment on passe d'un mode de distribution à un autre. En effet, le rôle des expansions foliacées est trop essentiel, les caractères qu'elles fournissent sont trop nombreux et ont trop de valeur pour qu'on puisse les négliger; et d'ailleurs les enveloppes florales, les organes sexuels eux-mêmes, considérés anatomiquement, ne sont rien autre chose que des feuilles; conséquemment la connaissance des divers arrangements que celles-ci affectent doit expliquer la distribution et la symétrie des parties de la fleur. Il est donc évident que les considérations les plus profondes de la botanique se rattachent au sujet dont nous nous occupons ici.

Pour bien connaître le mode d'épanouissement des feuilles, nous avons à savoir :

Combien de fibres distinctes concourent à la formation d'une feuille ;

Combien de feuilles le cercle des faisceaux vasculaires constitue, et conséquemment de combien d'appendices foliacés chaque verticille ou chaque spirale sera formée.

Dans quel ordre s'échappent les fibres qui se rendent aux feuilles de chaque verticille ou de chaque spirale ;

Dans quelle relation sont les fibres d'un verticille ou d'une spirale supérieure avec celles des verticilles ou spirales antérieurement formées.

Nous allons étudier ces questions importantes.

Pour rendre notre examen méthodique, nous observerons séparément les feuilles dont la distribution sur la tige présente une notable différence : nous nous occuperons successivement des feuilles opposées, des feuilles verticillées, et des feuilles alternes ou spiralées.

Feuilles opposées.

Nous commençons par les feuilles opposées, car elles présentent la symétrie primitive sans altération, et les dispositions qu'elles offrent à notre observation feront comprendre les altérations que le type primordial a éprouvées dans les autres feuilles.

Nous avons vu que les jeunes tiges, ou les jeunes rameaux, au moment de leur formation, présentaient un cercle vasculaire constitué par un nombre déterminé de faisceaux : ce sont ces faisceaux qui sont destinés à former les feuilles.

Le cercle vasculaire n'étant pas toujours formé par le même nombre de faisceaux, les feuilles ne doivent pas recevoir le même nombre de fibres. Effectivement, ce nombre est différent dans les diverses plantes. Par exemple, les feuilles de *l'Apocynum hypericifolium*, pl. XIV, ne reçoivent qu'un faisceau vasculaire ;

Celles du *Centranthus ruber*, pl. XI, trois ;

Celles du *Sambucus laciniata*, pl. X, cinq ;

Celles de *l'Æsculus Hippocastanum*, pl. XIII, sept.

Ce nombre, déterminé par le nombre des faisceaux qui composent le cercle vasculaire de la tige, est, en général, assez constant. Il est cependant sujet à varier quand il est très-considérable.

Le cercle vasculaire de la tige ne contient pas seulement les fibres destinées à former un seul verticille; il renferme aussi les faisceaux vasculaires qui doivent constituer le deuxième verticille, qui sont en nombre égal, et alternent avec celles du premier verticille. Ce sont ces faisceaux que nous avons vus se dis-

tinguer dans la tige, soit parce qu'ils sont moins volumineux, soit parce qu'ils sont plus intérieurs ou plus extérieurs.

Le cercle vasculaire contient en outre, de très-bonne heure, les fibres des verticilles supérieurs.

Ces derniers, dans l'ordre régulier et le plus fréquent, forment des groupes distincts, placés entre les faisceaux primitifs, et les égalant conséquemment en nombre.

Il arrive alors que le cercle vasculaire de la tige contient un nombre de faisceaux quadruple du nombre des fibres que reçoit chaque verticille.

Ainsi le *Centranthus*, pl. XI, fig. 2 et 3, fournit six fibres pour chaque verticille, trois pour chaque feuille; le cercle vasculaire sera formé de vingt-quatre faisceaux. La tige du *Sambucus*, dont chaque feuille a cinq faisceaux, présentera un cercle vasculaire de quarante faisceaux.

Nous allons examiner avec détail la disposition de ces faisceaux, dans les plantes qui semblent présenter le type régulier de la disposition des faisceaux foliaires.

Dans le *Centranthus*, par exemple, si vous coupez transversalement la tige, pl. XI, fig. 1, vous voyez six faisceaux, *d*, *d'*, *d*, *d*, *d'*, *d*, et six autres *e'*, *e*, *e*, *e*, *e'*, *e*, qui sont composés chacun de trois faisceaux rapprochés; il y a donc en tout vingt-quatre faisceaux; dans la partie supérieure de la tige, les parties qui composent les faisceaux *e*, *e'*, *e*, *e*, *e'*, *e*, ne sont pas soudées; de sorte qu'il y a réellement vingt-quatre faisceaux libres. Les feuilles reçoivent, comme nous l'avons dit, chacune trois faisceaux, c'est-à-dire six par verticille.

Les fig. 2 et 3 représentent les faisceaux vus longitudinalement; dans la fig. 2, ils sont disposés circulairement, conséquemment on n'en voit que la moitié, plus un; dans la fig. 3 ils sont étalés sur un seul plan, conséquemment on voit les vingt-quatre.

b, *a*, *b*, *b*, *a*, *b*, fig. 3, sont les fibres du premier verticille;

d, c, d, d, c, d, sont celles du deuxième verticille; *e, e, e, e, e, e,* sont les fibres destinées à former les verticilles supérieurs.

Dans le *Sambucus laciniata*, pl. X, fig. 2, on observe une disposition toute semblable; les parties seulement ne sont pas en même nombre : les faisceaux sont au nombre de quarante, et chaque verticille en reçoit 10. ABBCC, ABBCC sont les fibres du premier verticille; DFFGG, DFFGG celles du deuxième; *eeeeee*, etc., celles des verticilles supérieurs.

On voit d'après ces exemples que le nombre des faisceaux du cercle vasculaire de la tige est pair;

Que le nombre des fibres de chaque verticille est pair aussi, et forme le quart du nombre des faisceaux de la tige;

Que chaque feuille reçoit la moitié des fibres destinées au verticille dont elle fait partie, et que cette moitié est impaire;

Que, par conséquent, il y a un faisceau médian, accompagné de faisceaux latéraux en nombre égal dans chaque feuille et de chaque côté de la feuille.

En observant l'ensemble des faisceaux d'un verticille on voit :

Qu'ils occupent toute la circonférence de la tige;

Que les faisceaux médians sont exactement à l'opposite l'un de l'autre.

Ainsi, dans la fig. 1 du *Centranthus*, pl. XI, *d, d', d, d, d', d,* sont les faisceaux du premier verticille; *d', d',* à l'opposite, sont les faisceaux médians, *d, d, d, d,* les faisceaux latéraux; dans les fig. 2 et 3, *a, a,* sont les faisceaux médians, *b, b, b, b,* sont les faisceaux latéraux. La même disposition s'observe dans le *Sambucus*, etc.

On remarque, en outre, que les faisceaux médians du deuxième verticille sont placés, de chaque côté, dans l'intervalle qui sépare les fibres d'une feuille de celles de la feuille opposée, de manière à diviser les faisceaux en deux groupes.

Les fibres latérales du deuxième verticille sont placées entre

les latérales du premier. Ainsi, dans la figure 1 du *Centranthus*, les faisceaux médians des groupes *e' e'* formeront la nervure médiane des feuilles du deuxième verticille; et les faisceaux médians de *e*, *e*, *e*, *e*, formeront les nervures latérales des feuilles de ce verticille ; dans les fig. 2 et 3, ce sont les faisceaux *c*, *c*, qui formeront les nervures moyennes des feuilles du deuxième verticille et *d*, *d*, *d*, *d*, les nervures latérales.

Il résulte de cette disposition que les feuilles doivent être opposées en croix.

Enfin, on observera que les faisceaux qui doivent former les feuilles des verticilles supérieurs sont placés entre ceux des deux premiers verticilles. Ce sont *e*, *e*, *e*, *e*, etc., des fig. 2 et 3, ce sont les faisceaux latéraux des groupes *e*, *e*, *e*, etc. de la fig. 1.

Il résulte de là que ces faisceaux sont en nombre double.

Il résulte aussi de cette disposition générale qu'entre les faisceaux du premier verticille il y a trois fibres, la médiane qui appartient au deuxième, et les deux latérales qui appartiennent aux étages supérieurs.

Il arrive que les faisceaux latéraux les plus éloignés du faisceau médian s'anastomosent en arcade avec les faisceaux latéraux correspondants de la feuille opposée, dont ils sont voisins; de manière que les deux feuilles sont réellement unies entre elles. C'est cette disposition qui rend les feuilles *connées*. On peut la voir dans le *Centranthus*, pl. XI, fig. 4; *a*, *a*, sont les faisceaux médians des feuilles du premier verticille; *b*, *b*, un faisceau latéral de chacune des feuilles; ces faisceaux s'anastomosent entre eux en fournissant chacun un rameau qui, s'unissant au rameau semblable de l'autre feuille, forme une arcade.

De l'arcade anastomatique partent des faisceaux secondaires *h*, *h*, *qui* se rendent aux feuilles; de sorte que celles-ci reçoivent plus de fibres qu'il n'y a de faisceaux primitifs; mais ce ne sont que des ramifications des faisceaux principaux.

La deuxième feuille, vue dans un sens différent, offre une

disposition identique : c'est le faisceau médian d'une feuille, *d,d,* ses faisceaux latéraux qui produisent les branches *i, i,* qui vont s'unir avec les branches des faisceaux de la feuille placée de l'autre côté de la tige et forment une arcade d'où sortent les fibres *k, k.*

Dans le *Sambucus*, pl. X, f. 1, il y a aussi une arcade, mais elle est renversée et tient au point E, comme si c'était le faisceau médian D du deuxième verticille qui envoyât de chaque côté une ramification fine qui va s'accoler aux faisceaux latéraux C,C, du premier verticille, ou comme s'il y avait deux faisceaux latéraux accolés au faisceau D qui s'en détachent au point E. Ces fibrilles, qui vont se réunir à C,C, partant du même point, rendent les feuilles du *Sambucus* connées, comme celles du *Centranthus.* C'est probablement aussi l'arcade qui fournit les nervures des petites stipules filiformes qu'on voit entre les feuilles du *Sambucus.*

La manière dont les faisceaux placés entre ceux des deux premiers verticilles forment les feuilles des verticilles supérieurs mérite d'être étudiée. Au point d'épanouissement, ces faisceaux, *Centranthus*, pl. XI, fig. 2 et 3 *e, e,* envoient au-dessus de la fibre épanouie un cordon, *f, f, g, g,* qui s'anastomose, par arcade, avec un cordon semblable du faisceau correspondant, et forme une fibre nouvelle qui remplace celle qui s'est portée dans la feuille et qui concourra à former le troisième verticille.

La même chose se passe au deuxième verticille : les faisceaux *e, e,* qui ont donné une branche à droite, au-dessus d'une feuille du premier verticille, en donnent une à gauche, au-dessus d'une feuille du deuxième verticille, et *vice versâ,* ceux qui en ont fourni à gauche au premier en donnent à droite au deuxième ; les fibres reformées au-dessus de celles qui ont formé le deuxième verticille iront concourir à la formation du quatrième.

Ainsi sont toujours réparées les fibres épanouies.

Il résulte de ce mode de reformation que les nervures des feuilles, les nervures médianes comme les latérales, sont réellement formées de deux fibres accolées, et que même les nervures impaires ne sont pas insymétriques.

Cette *géminaison* des faisceaux foliaires semble fondamentale; elle est comme le type régulier des expansions foliacées. Si l'on recherche, en effet, la formation première des fibres foliaires, on trouve qu'elle confirme la pensée que nous énonçons. Par exemple, un grand nombre de feuilles séminales (cotylédons développés) ne correspondent pas à l'un des faisceaux primitifs de la tigelle, et leur nervure médiane est formée par deux cordons fournis par deux faisceaux latéraux. On peut voir facilement cette disposition curieuse dans le *Cucumis Melo*, pl. II, fig. 3, et autres Cucurbitacées, dans l'*Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 20; dans le *Lin*, les *Crucifères*, etc.

La feuille de l'*Aristolochia Clematitis*, pl. XII, fig. 2, nous présente cette disposition d'une manière fort remarquable. Cette plante n'a pas de faisceau médian répondant au centre de chaque feuille; elle a deux faisceaux, *a*, *a*, qui se bifurquent au sommet; la branche interne de chaque bifurcation s'unit à la voisine pour former la nervure médiane, C; les branches externes s'unissent en arcades avec deux faisceaux distincts *b*, *b*, et produisent les nervures latérales de la feuille, *d*, *d*; les arcades fournissent encore deux très-petites nervures, *e*, *e*, qui forment aussi deux petites nervures latérales plus extérieures.

Cette disposition des nervures explique la singulière conformation de la feuille de cette *Aristoloche*. Sa feuille est *pédalinervée*, c'est-à-dire que la nervure médiane, fig. 3, *f*, est moins forte que les latérales, et que celles-ci produisent, par leur côté interne, les principales nervures, *g*, *h*, *i*, *k*; cela doit être, parce que la nervure médiane n'est formée que par de

petits filets des deux minces faisceaux, *a*, *a*, tandis que les nervures latérales sont constituées par deux faisceaux spéciaux, *b*, *b*, plus volumineux et augmentés encore par la partie la plus forte des faisceaux, *a*, *a*.

Outre la gémination des cordons foliaires, le mode de reformation que nous avons décrit montre encore que les feuilles du troisième, du cinquième, du septième verticille doivent être au-dessus les unes des autres et correspondre à celles du premier; celles du quatrième, du sixième, du huitième doivent être superposées et correspondre à celles du deuxième. Ainsi les fibres d'un verticille impair ont successivement repris la place de celles du verticille impair inférieur aussitôt leur épanouissement et les ont en quelque sorte reconstituées; la même chose se passe pour les verticilles pairs.

D'après cet ordre aussi les faisceaux médians correspondent toujours aux faisceaux médians, les faisceaux latéraux aux faisceaux latéraux, et ceux-ci gardent toujours leur rang, c'est-à-dire que le plus voisin du médian reste toujours le plus voisin, et ainsi de suite.

Il résulte encore des dispositions que nous avons décrites, qu'entre les fibres destinées à former les expansions foliacées, il y a des faisceaux qui semblent réparer toujours les fibres épanouies, mais ne s'épanouir jamais.

Nous considérons les fibres foliaires comme engendrées successivement par le développement de ces faisceaux réparateurs, et formées par les branches d'anastomoses qu'ils fournissent successivement. Les personnes qui considèrent les fibres végétales comme venant d'en haut regarderont, au contraire, les faisceaux intercalaires comme venant des feuilles et constituant les gros faisceaux réparateurs. Dans ce système inverse, elles diront: le faisceau A, *Centranthus*, pl. XI, fig. 3, venant d'une feuille supérieure à la feuille *c*, rencontre le faisceau de cette feuille qui s'épanouit; il est forcé de se bifurquer et jette

une branche de chaque côté ; l'une rencontre B venant d'une feuille encore plus supérieure, l'autre rencontre, de l'autre côté, une fibre correspondante à laquelle elle s'unit. Arrivé au point ou la fibre *b* s'épanouit, le faisceau B est encore augmenté d'une branche du faisceau C, qui se bifurque au-dessus de *b*, de sorte que les faisceaux réparateurs B sont formés par les fibres des feuilles supérieures, qui descendent perpendiculairement au-dessus des fibres des feuilles inférieures et se bifurquent au-dessus du point où ces fibres s'échappent de la tige et se jettent dans les intervalles qu'elles laissent entre elles. Nous indiquons cette manière de considérer les choses pour montrer que l'ordre symétrique que nous exposons peut recevoir son explication dans les deux systèmes d'accroissement ; mais nous admettons que les fibres nouvelles sont formées, comme nous l'avons dit, par les faisceaux préexistants.

Nous avons dit que, dans l'ordre régulier, les fibres destinées à former les troisième et quatrième verticilles, ainsi que les suivants, forment un faisceau placé dans l'intervalle des fibres des deux premiers étages ; mais il n'en est pas toujours de même.

Dans certaines plantes, les fibres des feuilles supérieures restent isolées les unes des autres entre les faisceaux des deux verticilles inférieurs, en d'autres termes les fibres successives, formées par les faisceaux parenchymateux, se séparent promptement et sont distinctes. Dans ce cas, le cercle vasculaire de la tige présente un plus ou moins grand nombre de fibres, selon qu'un plus ou moins grand nombre de feuilles se sont développées. L'*Apocynum hypericifolium*, pl. XIV, le *Richardia scabra*, pl. XIII, le *Phyllis Nobla*, pl. XIII, présentent cette disposition ; le *Rubia tinctorum*, pl. XII, fig. 1 et 2 ; le *Galium glaucum*, pl. XIV, fig. 2 ; l'*Asperula odorata*, pl. XIII ; l'*Asperula taurina*, pl. XIII, fig. 1 et 2, et autres Rubiacées, présentent une disposition analogue.

Mais le nombre des fibres allant toujours en augmentant, il

arrive de bonne heure qu'elles se touchent ; alors elles forment une couche continue.

Dans d'autres plantes, les fibres des feuilles supérieures, au lieu de rester isolées ou de former un faisceau unique dans l'intervalle qui sépare les fibres épanouies, se partagent en deux groupes qui s'accolent aux bords du faisceau au-dessus duquel elles sont, de sorte que les fibres foliaires forment des faisceaux qui semblent continus ; le nombre des faisceaux du cercle vasculaire n'est plus alors que double du nombre de fibres nécessaires à la formation d'un verticille, la moitié formant les verticilles pairs, l'autre moitié les verticilles impairs. Ainsi dans l'*Apocynum hypericifolium*, pl. XIV, les feuilles ne reçoivent qu'un seul faisceau, la tige en aura donc quatre : deux opposés formeront le premier, le troisième, le cinquième verticille ; les deux autres le deuxième, le quatrième, le sixième verticille, etc. Au point d'épanouissement, les fibres latérales s'écartent des fibres centrales qui s'échappent de la tige, et elles se rapprochent ensuite pour aller former la feuille supérieure, et ainsi de suite. Les plantes dont les fibres ont une telle disposition, qui, du reste, est fréquente, ont une grande tendance à prendre des feuilles alternes.

Enfin il arrive que le faisceau réparateur va se souder alternativement à l'un et à l'autre faisceau voisin, changeant de côté à chaque verticille : c'est ce qu'on voit, par exemple, dans le *Clematis Vitalba*, pl. XI, fig. 4. Dans cette plante, les faisceaux réparateurs qui ont été accolés aux faisceaux de la première feuille *d*, *d'*, *d*, etc., se portent sur ceux du deuxième verticille, *e*, *e'*, *e*, etc. ; aussitôt l'épanouissement des premières fibres aux points *f*, *f*, *f'*, etc., on les voit en effet se séparer, former les cordons *i*, *i*, *i*, qui se bifurquent bientôt pour donner naissance aux cordons *a*, *a*, qui se portent sur le faisceau d'une feuille du deuxième étage, et aux cordons *b*, *b*, qui, en s'unissant au-dessus de la première feuille, donneront naissance à la feuille du troisième étage.

Arrivés aux points où les fibres du deuxième nœud s'épanouissent, les cordons réparateurs quitteront les faisceaux de cet étage, fourniront les branches qui doivent les remplacer, c'est-à-dire former le quatrième épanouissement, et s'accoleront aux faisceaux qui vont former les feuilles du troisième étage, et ainsi successivement d'étage en étage.

Dans ces plantes encore, le nombre des faisceaux du cercle vasculaire de la tige est seulement double du nombre des fibres nécessaires pour former un verticille. Ainsi, dans le *Clematis Vitalba*, pl. XI, fig. 4, chaque feuille reçoit trois fibres *d*, *d'*, *d*, conséquemment le verticille en a six. Le cercle vasculaire de la tige aura douze faisceaux, fig. 1 et 4; *d*, *d'*, *d*, *d*, *d'*, *d*, sont les faisceaux du premier verticille augmentés des faisceaux réparateurs accolés; *e*, *e'*, *e*, *e*, *e'*, *e*, les faisceaux du deuxième verticille, qui prendront les faisceaux réparateurs immédiatement après l'épanouissement des feuilles du premier verticille.

Cette disposition fait que les faisceaux deviennent alternativement plus gros de nœud en nœud ou de verticille en verticille. Or, comme les gros faisceaux sont ceux qui forment, à l'extérieur, les angles de la tige du *Clematis*, il en résulte que les angles saillants d'un mérithalle (intervalle des nœuds) répondent aux angles rentrants du mérithalle supérieur et de l'inférieur.

Les faisceaux dont nous avons décrit l'arrangement ne sont distincts que lorsque les tiges ou les rameaux sont dans la première période d'accroissement. A mesure qu'ils se développent, qu'ils produisent de nouvelles feuilles et conséquemment de nouveaux groupes vasculaires, leurs faisceaux augmentent de volume, se touchent, et constituent une couche continue dans laquelle il est difficile ou tout-à-fait impossible de reconnaître le nombre et l'arrangement des faisceaux primitifs. Ainsi dans la fig. 1 du *Centranthus ruber*, pl. XI, que nous avons citée, les

faisceaux destinés à la deuxième feuille et les faisceaux réparateurs sont déjà réunis trois à trois de manière à former les faisceaux *e, e', e, e, e', e,* dans lesquels on finit par ne plus reconnaître les faisceaux primitifs. Ces faisceaux, se soudant avec ceux des premières feuilles, forment bientôt une couche continue comme on le voit dans la figure 4; cependant, même à cette époque, on reconnaît encore les faisceaux foliaires dans certaine partie de leur étendue : au point où les faisceaux foliaires s'échappent de la tige pour s'épanouir, les faisceaux *e*, etc., s'écartent de manière que les faisceaux foliaires restent isolés au milieu d'un vide ovalaire.

Au-dessus du point d'expansion des faisceaux foliaires, les faisceaux *, e,* etc., qui doivent remplacer les faisceaux épanouis se courbent en sens inverse, pour se reporter au-dessus des faisceaux *a, a, b, b,* qui manquent, de manière qu'ils laissent un nouveau vide ovalaire, au milieu duquel on voit les fibres *c, d, d,* qui doivent former le faisceau médian, et deux faisceaux latéraux d'une feuille supérieure, et dans toute la longueur du mérithalle une strie plus ou moins profonde montre encore la séparation des faisceaux foliaires et des faisceaux réparateurs.

Ainsi, même lorsque la couche annuelle commence à être complète, on reconnaît parfois encore la disposition symétrique des faisceaux foliaires, mais cela devient de moins en moins facile.

La couche est d'autant plus vite continue que les faisceaux sont plus nombreux et plus rapprochés. Ainsi, dans le *Sambucus*, pl. X, fig. 1 et 2, les faisceaux foliaires sont disposés exactement comme dans le *Centranthus*, mais chaque feuille reçoit cinq faisceaux distincts au lieu de trois. Il en résulte que le cercle caulinaire contient quarante faisceaux au lieu de vingt-quatre, et par cette raison ils forment bientôt un cercle continu dans lequel les faisceaux sont si serrés qu'on n'y peut même plus distinguer de rayons médullaires, comme nous l'avons fait remarquer.

Cependant, même lorsque la couche est continue, on voit encore au point d'expansion des fibres, fig. 4, que la partie supérieure des faisceaux foliaires, *a, b, b, c, c,* reste isolée dans une ouverture qui se clot bientôt au-dessus d'elles; cependant au-dessus de la nervure médiane est un écartement, *d*, qui correspond à la base du bourgeon axillaire. Lorsque l'accroissement continue, et que le nombre des feuilles augmente encore, on ne voit plus que des ouvertures arrondies très-petites, fig. 5 et 6 *a, b, c*, par lesquelles sortent les faisceaux foliaires (la figure 5 montre les cinq ouvertures d'une seule feuille; la figure 6 montre trois ouvertures de chacune des deux feuilles opposées). L'ouverture livrant passage au faisceau médian reste plus considérable, et montre toujours au-dessus d'elle l'ouverture qui correspond à la base du bourgeon, *d*.

Dans l'*Æsculus Hippocastanum*, pl. XIII, les faisceaux foliaires, étant nombreux, forment promptement une couche continue. Cependant les rameaux, fig. 3, 4, 5, nous montreront, entre les fibres anciennes, sept ouvertures pour laisser sortir les faisceaux fibreux de chaque feuille; la cicatrice de l'écorce, fig. 7, nous montrera pareillement sept ouvertures.

La figure 6, qui nous représente un rameau dont la base a vécu deux saisons et qui est fendu verticalement, nous fait voir comment les fibres nouvelles F passent au-dessus des anciennes D et forment une couche nouvelle en les recouvrant. La moelle ancienne est séparée de la nouvelle C par une partie B plus dense et roussâtre, parce que peut-être elle a été arrêtée dans son accroissement et que les utricules ne se sont pas distendues; ainsi les pousses se distinguent l'une de l'autre comme les couches superposées qui se succèdent d'année en année.

Nous venons de voir que l'écorce présente un nombre d'ouvertures en concordance avec celui des faisceaux foliaires, sur les cicatrices que laissent les feuilles après leur chute; cette dis-

position peut s'observer dans presque tous les végétaux : elle est facile à voir dans ceux qui ont des cicatrices larges et des faisceaux foliaires fort gros, comme l'*Æsculus Hippocastanum*.

Le système cortical, au moment où il est traversé par les faisceaux du système central, fournit des fibres qui accompagnent celles qui contiennent des vaisseaux trachéens. Les fibres qui composent l'écorce sont tout-à-fait disposées comme celles qui constituent le système central : c'est ce qu'on voit dans la fig. 3 du *Sambucus nigra*, pl. X. On voit qu'elle présente une ouverture A pour le passage de la nervure médiane ; des ouvertures C, C pour celui des nervures latérales, et au-dessus de A une ouverture B répondant au bourgeon axillaire. A l'endroit des ouvertures A, C, C, les fibres corticales se fléchissent en-dehors pour former une gaîne qui accompagne les faisceaux centraux. Les fibres épanouies se reforment par anastomose, au-dessus des ouvertures, comme celles qui constituent le bois. Du reste, il est évident que les fibres corticales doivent être disposées comme les faisceaux ligneux, puisqu'elles sont toujours placées vis-à-vis de ces derniers, les rayons médullaires répondant aux prolongements médullaires de l'écorce, les faisceaux trachéens aux faisceaux des faisceaux propres, les divisions des faisceaux du système central aux divisions des faisceaux corticaux, qui ne sont en quelque sorte que la portion externe des faisceaux primitifs.

Nous avons exposé les principales dispositions des fibres foliaires dans les plantes qui ont des feuilles opposées. Nous pourrions entrer dans des détails plus nombreux ; mais les faits précédemment rapportés suffisent pour faire comprendre le mode régulier de leur évolution.

Il résulte de ces faits :

1.° Que les faisceaux foliaires sont primitivement isolés et disposés circulairement dans la tige.

2.° Que le nombre des faisceaux qui composent le cercle

vasculaire de la tige n'est pas le même dans toutes les plantes, et que conséquemment leurs feuilles ne reçoivent pas le même nombre de fibres.

3.° Que le cercle vasculaire des tiges est formé des faisceaux qui appartiennent au premier verticille, de ceux qui forment le second, et souvent des faisceaux formés par la réunion des fibres qui doivent former les verticilles supérieurs.

4.° Que lorsque ces dernières forment un groupe distinct, le nombre des faisceaux caulinaires est quadruple du nombre des faisceaux destinés à un verticille.

5.° Que le nombre des faisceaux caulinaires est pair.

6.° Que le nombre des faisceaux destinés à chaque verticille est également pair.

7.° Que chaque feuille reçoit la moitié des fibres qui forment le verticille.

8.° Que cette moitié est impaire.

9.° Que conséquemment il y a un faisceau médian, accompagné de faisceaux latéraux en nombre égal dans les deux feuilles et de chaque côté de la feuille.

10.° Que les faisceaux du verticille occupent toute la circonférence de la tige.

11.° Que les faisceaux médians sont à l'opposite l'un de l'autre.

12.° Que les faisceaux médians du deuxième verticille sont placés de chaque côté dans l'intervalle qui sépare les fibres d'une feuille de celles de l'autre, et les faisceaux latéraux entre les faisceaux latéraux de la feuille inférieure.

13.° Que conséquemment les feuilles doivent être opposées en croix et que tous les faisceaux du deuxième verticille alternent avec ceux du premier.

14.° Que les faisceaux des verticilles supérieurs sont placés dans les intervalles qui se trouvent entre les fibres du premier verticille et celles du deuxième.

15.° Que conséquemment, entre les fibres du premier verticille, il y a trois fibres, une médiane, qui appartient au deuxième verticille, et deux latérales qui doivent former les verticilles supérieurs.

16.° Que quelquefois les faisceaux extérieurs d'une feuille s'anastomosent en arcade avec les faisceaux voisins de la feuille opposée; que cette arcade donne aux feuilles des fibres secondaires, et, unissant les deux feuilles opposées, les rendent connées.

17.° Que quelquefois les fibres secondaires semblent venir des faisceaux médians du deuxième verticille, et qu'alors les feuilles sont encore unies ou connées.

18.° Que les fibres qui remplacent celles qui se sont épanouies à chaque verticille, etc., sont formées par anastomoses;

Au-dessus du point d'épanouissement des fibres du premier verticille, les faisceaux placés entre elles et celles du deuxième fournissent un rameau qui s'anastomose avec un rameau semblable du faisceau placé de l'autre côté de la fibre épanouie, et reconstituent ainsi des faisceaux nouveaux qui iront former le troisième verticille;

Au-dessus des fibres du deuxième verticille, se reformeront de la même manière de nouvelles fibres qui iront former le quatrième verticille, et ainsi de suite.

19.° Que de cette disposition résulte que toutes les fibres sont formées de rameaux géminés qui restent séparés plus ou moins long-temps; elles demeurent conséquemment dans la condition primitive que présentent les feuilles cotylédonaires.

20.° Que les premier, troisième, cinquième, septième verticilles sont exactement superposés, et que les deuxième, quatrième, sixième, huitième, se correspondent de leur côté.

21.° Que conséquemment les faisceaux médians correspondent toujours aux faisceaux médians, les latéraux aux latéraux, et qu'entre les faisceaux directement foliaires il en a d'autres

qui réparent sans cesse les fibres épanouies et semblent ne s'épanouir jamais.

22.° Que cependant les fibres des verticilles supérieurs ne forment pas toujours des faisceaux distincts; elles peuvent:

Ou rester isolées dans l'intervalle des faisceaux destinés aux deux premiers verticilles, et constituer une couche quand elles sont nombreuses;

Ou se partager en deux groupes et s'accoler aux fibres des deux premiers verticilles, qui paraissent alors continus, les unes formant les verticilles pairs, les autres les verticilles impairs;

Ou enfin s'accoler toutes aux faisceaux du premier verticille, s'en séparer après l'épanouissement, fournir un rameau réparateur, et aller ensuite s'accoler aux faisceaux du deuxième verticille, s'en séparer après l'épanouissement, les réparer par un rameau anastomotique et se porter sur le faisceau du troisième, etc., etc.

23.° Que dans tous les cas, lorsque les fibres deviennent très-nombreuses elles finissent par se souder et former une couche continue; mais qu'au point d'épanouissement elles restent longtemps distinctes parce que les fibres des feuilles supérieures restent écartées, de chaque côté, en ce point.

24.° Qu'enfin les faisceaux corticaux sont disposés comme les faisceaux ligneux.

Telles sont les règles de la symétrie des feuilles opposées.

Examinons maintenant la disposition des feuilles verticillées.

Feuilles verticillées.

Les feuilles verticillées sont disposées comme les feuilles opposées.

Le verticille formé par les feuilles opposées présente deux expansions foliacées; celui des feuilles verticillées en présente

un plus grand nombre : c'est là la seule différence. Ainsi le *Nerium* a trois feuilles à chaque verticille ; ces trois feuilles sont formées de la même manière que les feuilles opposées de l'*Apocynum hypericifolium*, etc.

Les *Sambucus* et les *Clematis* offrent certaines tiges qui portent trois feuilles verticillées, au lieu d'être garnies de feuilles opposées : la symétrie des parties n'en éprouve aucune altération : le nombre seul est changé ; les feuilles opposées et verticillées ne présentent donc qu'un seul et même mode d'évolution. Il est même bon d'observer que, dans bien des cas, les feuilles qu'on prend pour verticillées sont de véritables feuilles opposées, entre lesquelles se trouvent des stipules larges et foliiformes.

Par exemple, dans l'*Asperula taurina*, pl. XIII, on trouve quatre feuilles à chaque nœud. Mais deux de ces expansions foliacées seulement sont de véritables feuilles ; ce sont *b, b*, fig. 1; seules elles reçoivent des faisceaux directs de la tige *a, a*, et portent un bourgeon à leur aisselle. Dans la figure 2 on voit bien que le faisceau *a* se rendait directement dans une feuille et qu'au-dessus de cette feuille se trouve le bourgeon *c* ; les deux autres feuilles *c, c*, fig. 1, ne sont pas gemmifères, et au lieu de recevoir un faisceau direct de la tige, elles naissent d'une arcade formée par l'anastomose de cordons qui viennent des faisceaux foliaires, avant leur épanouissement. De la convexité de chaque arcade naissent cinq nervures : les plus voisines des feuilles retournent s'y répandre avec le faisceau principal, les trois autres forment la stipule foliiforme. On voit bien ces nervures dans la figure 1 qui représente l'arcade entière, et dans la figure 2 qui représente les deux moitiés d'arcades provenant d'un même faisceau foliaire.

Cette disposition, que nous allons retrouver dans un grand nombre de Rubiacées, est fort analogue à celle que nous avons vue dans le *Centranthus ruber*. Dans cette plante, pl. XI, fig. 4,

les deux faisceaux latéraux *b, b,* s'anastomosent en arcade; de la convexité de l'arcade sortent deux fibres, *h, h,* qui se rendent chacune à la feuille correspondante : qu'on suppose que cette arcade, outre les faisceaux *h*, *h*, produise d'autres fibres, dans la partie moyenne, on aura la stipule de l'*Asperula taurina*, et cette supposition n'a rien que de naturel, car dans le *Sambucus* il y a des stipules.

Dans un grand nombre de Rubiacées l'arcade anastomotique n'envoie plus de fibres aux feuilles gemmifères, et au lieu d'une seule feuille stipulaire elle en forme plusieurs, soit que les fibres latérales destinées aux feuilles gemmifères aient formé des expansions distinctes, soit que les nervures multiples qui ont formé la stipule unique de l'*Asperula taurina* se soient séparées pour former des stipules multiples, soit que l'élément de chaque stipule se soit réduit à une seule nervure, mais qu'il y ait eu plus d'éléments stipulaires.

Quoi qu'il en soit, le *Galium glaucum* par exemple, paraît avoir six feuilles verticillées : mais deux expansions, seulement *b*, *b* reçoivent des faisceaux directs de la tige et sont gemmifères; conséquemment seules elles sont de véritables feuilles : les expansions C, C, C, C, sont des stipules qui sortent deux à deux des arcades ; elles sont ainsi dans les conditions ordinaires des stipules qui sont placées de chaque côté de la base des feuilles et se trouvent par conséquent au nombre de deux, de chaque côté, dans l'intervalle des deux feuilles. On peut bien apercevoir le mode de formation des stipules dans la fig. 2; on voit que les faisceaux qui forment les feuilles *b*, *b*, constituent une arcade *f*, de laquelle sortent les nervures des expansions foliacées C, C.

Dans l'*Asperula odorata*, pl. XIII, une nouvelle disposition se présente : les expansions stipulaires sont multiples, mais il en reste une impaire et médiane. Cette plante a huit expansions foliacées à chaque nœud ; pourtant elle n'a réellement que deux

feuilles opposées, *b*, *b*, qui reçoivent des faisceaux directs, et ont à l'aisselle un bourgeon qui produit un rameau, *d*, *d*; trois autres feuilles *c*, *c*, *c*, naissent de l'arcade *f* formée par les faisceaux des feuilles *b*, *b*; les trois dernières *c'*, *c'*, *c'* naissent de l'arcade que ces mêmes faisceaux forment de l'autre côté de la tige.

Ainsi voilà une plante, qui paraît avoir des verticilles de huit feuilles, qui ne présente, en réalité, que deux feuilles opposées.

On remarquera que les faisceaux vasculaires qui constituent les stipules sont formés de deux fibres accolées, qui sont encore distinctes à leur base, tant semble générale cette loi que nous avons posée, savoir : que les faisceaux foliaires, même les médians, sont formés de deux parties géminées. Cette disposition fait comprendre facilement l'existence d'une stipule impaire, car, si les fibres qui forment les expansions stipulaires sont rapprochées et que les fibres extérieures de deux stipules se soudent, les deux fibres intérieures seront comprises dans la soudure, et les deux expansions n'en formeront plus qu'une.

L'origine des faisceaux vasculaires des expansions foliacées dont nous parlons, et l'absence des bourgeons axillaires, fait voir, nonobstant leur forme, qu'elles sont de véritables stipules. Si l'on ne voulait pas se contenter de ces caractères organiques, on pourrait voir, dans certaines espèces, la conformation extérieure se joindre aux faits anatomiques, pour ne laisser aucun doute sur leur véritable nature.

Le *Phyllis Nobla*, par exemple, pl. XIII, fig. 1, a les feuilles opposées *b*, *b*, et de véritables stipules interfoliacées *c*, formées exactement comme les expansions foliacées des plantes précédemment examinées : les faisceaux foliaires, fig. 2 *b*, *b*, sont minces; au point où ils s'échappent pour constituer la feuille, ils forment une anastomose en arcade, de la convexité de laquelle sortent trois fibres, *i*, *i* qui se rendent aux feuilles, *c* qui va à la stipule. Dans cette plante donc, les fibres latérales

de l'arcade vont se rendre aux feuilles, comme dans le *Centranthus;* mais de plus, il y a au centre de l'arcade une petite fibre qui est unique et va former la stipule, qui reste comme rudimentaire, et ne prend pas l'apparence d'une feuille. Elle est analogue aux petites stipules qui, dans le *Sambucus*, paraissent sortir de l'arcade. C'est exactement la disposition que nous avons vue dans l'*Asperula taurina*, dont l'arcade, non-seulement forme une stipule interfoliacée, mais encore envoie des fibres aux feuilles opposées.

L'analogie ne se borne pas là : nous avons vu qu'il y a des feuilles stipulaires qui ont non-seulement une nervure médiane, mais qui reçoivent encore des nervures latérales. Par exemple, la stipule foliiforme de l'*Asperula taurina* a deux nervures latérales et une médiane. Eh ! bien, il est des stipules qui ont conservé leur forme normale qui sont dans le même cas. Par exemple, dans le *Richardia scabra*, pl. XIII, la stipule reçoit plusieurs fibres distinctes.

Enfin, de même qu'il y a des feuilles stipulaires uniques ou multiples, il y a des stipules à une seule pointe, ou à deux ou plusieurs divisions; tantôt il y a une pointe médiane, tantôt il n'y en a point ; comme il y a des espèces avec ou sans feuille stipuliforme impaire. Ainsi les stipules sont parfois entières, parfois bifides dans le *Phyllis Nobla*, pl. XIII, fig. 1 *g*. Dans le *Richardia scabra* pl. XIII, elles ont un grand nombre de pointes.

Il y a donc une analogie parfaite entre les expansions foliacées qu'on observe entre les feuilles de certaines plantes rubiacées, et les véritables stipules qu'on observe entre les feuilles visiblement opposées de quelques autres plantes de la même famille.

Cette analogie avait été aperçue : on avait dit que les feuilles opposées, munies de stipules interfoliacées, n'étaient que des feuilles verticillées, dont quelques-unes restaient à l'état rudimentaire ; c'est le contraire qu'il fallait dire : les feuilles verti-

cillées ne sont le plus souvent que des feuilles opposées, dont les stipules se sont développées et ont pris l'apparence des feuilles.

On avait dû arriver à une explication fausse, car, en négligeant de recourir aux caractères anatomiques, on ne pouvait imaginer qu'il y eût trois feuilles stipulaires de chaque côté, dans les verticilles de l'*Asperula odorata*, par exemple, ni considérer par conséquent un verticille de huit feuilles comme constitué seulement par deux feuilles opposées, ce qui pourtant est vrai.

Du reste, on se serait encore trompé, si l'on avait dit que les feuilles verticillées des Rubiacées ne sont que des feuilles opposées, accompagnées de stipules développées, car il y a des espèces qui ont les feuilles réellement verticillées; les déductions analogiques ne suffisent donc pas pour faire éviter les erreurs, il faut avoir recours aux caractères anatomiques pour découvrir la vérité. L'étude directe du mode de formation des feuilles montre effectivement que plusieurs plantes de la famille des Rubiacées ont des verticilles composés de plus de deux feuilles; mais dans ce cas même, les verticilles ne sont pas composés d'un aussi grand nombre de feuilles qu'on le dit, plusieurs expansions foliacées n'étant que des stipules.

Ainsi le *Rubia tinctorum*, pl. XII, a un verticille formé de six parties E, E, E, C, C, C, fig. 1; parmi ces six expansions foliacées, trois E, E, E, sont gemmifères: leurs bourgeons axillaires ont produit les rameaux D, D, D; les mêmes feuilles reçoivent des faisceaux vasculaires *a*, *a*, venant directement de la tige (le troisième faisceau est sur le côté de la tige qui n'est pas vu.)

Les autres expansions C, C, C, sont stipulaires, car elles ne sont pas gemmifères, et ne reçoivent pas de faisceaux directs: elles naissent des arcades *f*, formées par les faisceaux *a*, *a*.

Le verticille du *Rubia tinctorum* présente donc une disposition tout-à-fait semblable à celle qu'on voit dans l'*Asperula*

taurina; mais les feuilles sont réellement verticillées au lieu d'être opposées; elles sont au nombre de trois, et conséquemment les stipules foliiformes en pareil nombre. Ainsi le verticille est composé de six pièces. On pourrait par conséquent le regarder comme constitué de la même manière que celui du *Galium glaucum*, qui a aussi six expansions foliacées à chaque nœud; mais la similitude n'est qu'apparente, car dans le *Galium* il n'y a que deux feuilles opposées et quatre expansions stipulaires.

Quant à la disposition des fibres du *Rubia tinctorum*, elle est exactement la même que celle observée dans les plantes de la même classe, et dans les végétaux à feuilles opposées que nous avons étudiés. En effet, la tige du *Rubia tinctorum*, pl. XII, présente trois faces, une côte à chaque angle, et une côte au milieu de chaque face, ce qui fait six côtes formées par les six faisceaux vasculaires de la tige. La fig. 1 en laisse voir trois (les trois autres se trouvant sur la face qui n'est pas vue); la fig. 2 représente la tige placée de manière qu'on aperçoive deux des trois faces, par conséquent les trois faisceaux des angles, et ceux qui se trouvent au milieu de deux des faces : il n'y a donc qu'une face et le faisceau qui en occupe le milieu qui ne soient pas vus.

Les faisceaux *a*, *a*, *a*, forment la nervure des trois feuilles E, E, E, qui portent à leur aisselle les bourgeons D, D, D. Avant de s'épanouir, ils fournissent un cordon qui forme une arcade avec le cordon correspondant du faisceau voisin.

Les faisceaux *b*, *b*, formeront la nervure des feuilles du verticille supérieur.

Entre les faisceaux principaux *a* et *b*, il y a des fibres plus petites : ce sont les faisceaux réparateurs : au-dessus des points *D*, *D*, *D*, ils fournissent un cordon qui, s'unissant au cordon correspondant du faisceau voisin, forment les faisceaux *e*, *e*, *e*, qui remplacent les faisceaux épanouis au premier verticille, et vont former les feuilles du troisième verticille.

Les faisceaux placés entre *a* et *b* s'accolent avec les fibres qui s'étendent aux bourgeons *d,d,d,* ou restent distincts, de sorte qu'entre les faisceaux principaux, il y a une ou plusieurs fibres distinctes, ce qui fait varier le nombre de faisceaux qu'on voit dans le cercle vasculaire de la tige.

Quoi qu'il en soit, nous voyons que le mode d'épanouissement des fibres du *Rubia* est absolument semblable à celui du *Centranthus* et du *Sambucus*, si ce n'est que les feuilles ne reçoivent qu'un seul faisceau au lieu d'en avoir trois ou cinq. Mais, du reste, les faisceaux d'un verticille alternent avec ceux du verticille supérieur. Les faisceaux qui appartiennent au même verticille forment, en s'anastomosant, une arcade qui passe devant les faisceaux du verticille supérieur : la seule différence qu'il y ait, c'est que dans le *Centranthus* l'arcade fournit des fibres qui se rendent aux feuilles, tandis que dans le *Rubia tinctorum* les fibres de l'arcade forment des expansions séparées. Dans l'*Asperula taurina*, l'arcade fournit à la fois des fibres pour les feuilles et pour une expansion stipulaire.

Enfin, entre les faisceaux des deux premiers verticilles du *Rubia*, comme entre ceux du *Centranthus*, etc., il y a des fibres qui, fournissant des cordons qui s'anastomosent au-dessus des faisceaux épanouis, les reconstituent pour former le troisième verticille, etc.

Il y a donc similitude absolue entre la symétrie des feuilles verticillées et celles des feuilles opposées; pour compléter la démonstration, j'ajouterai que les feuilles verticillées du *Rubia tinctorum* tendent à redevenir simplement opposées, puisque le rameau D', fig. 1, a un verticille composé seulement de quatre pièces ; deux, *i*, *i*, sont des feuilles opposées qui ont des bourgeons *k*, *l*, dans leur aisselle ; les deux autres *g*, *h*, sont des stipules.

Nous noterons ici un fait qui résulte du mode de reconstitution des fibres épanouies en feuilles : les côtes de la tige, qui

sont formées par la saillie des faisceaux foliaires, sont interrompues aux verticilles, mais reparaissent aussitôt, et n'alternent pas; seulement celles qui, au-dessous du premier verticille, répondaient aux feuilles, au-dessus de ce même verticille sont placées vis-à-vis les expansions stipulaires du deuxième verticille, puisque les fibres reformées vont seulement s'épanouir au troisième verticille, et que l'arcade stipulaire passe vis-à-vis d'elles au deuxième verticille.

Si les nervures n'alternent pas, les trois faces de la tige alternent avec les angles, à chaque articulation, parce que les angles sont formés par les nervures qui vont s'épanouir au verticille le plus voisin, et qui sont les plus fortes. Or, les fibres du premier verticille ne sont pas celles du second; les angles les plus saillants ne seront pas conséquemment, les mêmes au-dessous du premier verticille et au-dessous du deuxième. Nous avons vu que dans le *Clematis Vitalba* les angles saillants alternent aussi; si les nervures de cette plante ne semblent pas continues, c'est parce que les nervures du plus prochain verticille sont seules saillantes et assez rapprochées pour que la ligne qui correspond aux fibres du deuxième verticille soit enfoncée et forme un sillon; ainsi, quoiqu'au premier coup-d'œil il semble y avoir dissemblance, en réalité il y a similitude parfaite.

Pour résumer tout ce que nous avons dit sur les feuilles verticillées, nous dirons que la disposition symétrique de leurs faisceaux foliaires est la même que celle des feuilles opposées.

Que certaines plantes offrent des tiges à feuilles opposées et d'autres tiges à feuilles verticillées.

Que certaines tiges ont les feuilles verticillées, tandis que leurs rameaux ont les feuilles opposées, exemple : *Rubia tinctorum.*

Que certaines tiges, qui paraissent avoir des feuilles verticillées, n'ont réellement que des feuilles opposées.

Que cela arrive lorsquelles ont une arcade anastomotique qui unit les faisceaux foliaires et les rend, pour ainsi dire, connées : alors cette arcade peut fournir des fibres qui retournent aux feuilles comme dans le *Centranthus*; mais elle peut fournir aussi des fibres qui forment des expansions stipulaires plus ou moins développées, et prenant l'apparence de feuilles, de sorte que chaque nœud semble fournir des feuilles verticillées.

Que la même disposition se retrouve dans les feuilles véritablement verticillées, de manière à tromper sur le nombre des feuilles qui composent chaque verticille.

Que de là naissent les modifications remarquables que présentent les Rubiacées; les unes ont des feuilles opposées et ont une stipule, qui est rudimentaire dans le *Phyllis Nobla;* qui est grande et foliiforme dans l'*Asperula taurina*; qui est parfois bifide dans le *Phyllis Nobla*; qui est à pointes nombreuses dans le *Richardia scabra*; qui est remplacée par deux feuilles stipulaires dans le *Galium glaucum*, par trois dans l'*Asperula odorata*, etc. Les autres ont des feuilles véritablement verticillées et des feuilles stipulaires interposées, comme le *Rubia tinctorum*, qui a trois feuilles gemmifères à chaque verticille, et trois feuilles stipulaires alternant avec les précédentes.

Ce n'est qu'en recourant aux caractères anatomiques qu'on peut déterminer la nature des expansions foliacées; qu'on peut dire si elles constituent des feuilles opposées ou verticillées; qu'on peut découvrir l'analogie qui existe entre des dispositions dont l'aspect est dissemblable, telles que celle des feuilles opposées à stipules rudimentaires et celle des feuilles opposées à stipules foliiformes; qu'on peut enfin trouver la différence qui existe réellement entre des dispositions qui paraissent similaires, comme celles des feuilles opposées à deux stipules foliiformes et des feuilles ternées à une seule stipule interposée,etc.

Il faut maintenant étudier la disposition des faisceaux vasculaires des feuilles alternes.

Feuilles alternes.

Les tiges dont les feuilles sont alternes, c'est-à-dire, naissant seules à seules à chaque étage, ne peuvent plus avoir la même symétrie que celles qui ont, à chaque nœud, des feuilles opposées croisant à angle droit les feuilles placées au-dessus et au-dessous d'elles.

Elles ne peuvent plus avoir deux faisceaux *médians* placés à l'opposite, accompagnés de fibres latérales en nombre semblable et formant ainsi deux groupes symétriques séparés par les nervures médianes des feuilles de l'étage supérieur, qui *croisent* celles du premier verticille. La disposition générale est changée, la symétrie n'est plus la même. Nous allons essayer de la faire comprendre.

Le *Cucurbita Pepo* peut donner une idée bien nette de leur arrangement.

Cette plante présente dix faisceaux qu'on aperçoit lorsqu'on coupe transversalement sa tige, pl. II, fig. 1 et 2. Parmi ces faisceaux cinq sont plus intérieurs et plus gros, cinq autres, alternes avec les précédents, sont plus petits et plus externes.

Si on fait macérer une tige de cette plante, on détruit le tissu cellulaire et on enlève l'épiderme, de sorte qu'on isole les faisceaux vasculaires, et l'on peut suivre parfaitement leur épanouissement.

La fig. 1, pl. I (*tige macérée*), nous montre ces faisceaux isolés; le cercle qu'ils forment est coupé aux points *u*, *u*, et l'ensemble est étalé sur un seul plan, au lieu de former un cylindre.

Les dix faisceaux de la fig. 1, pl. I, sont ceux des fig. 1 et 2, pl. II : A, B, C, D, E, sont les cinq gros faisceaux; *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, les cinq plus petits.

Les petits faisceaux forment les feuilles.

Chaque feuille a un faisceau moyen; ainsi *b*, pl. I, fig. 1, formera le faisceau moyen d'une feuille: Cette feuille recevra,

en outre, les cordons *x*, *w*, venant des faisceaux voisins, *a*, *c*. Ainsi trois faisceaux concourent à la formation d'une feuille : le médian absorbé tout entier, les latéraux ne donnant qu'une branche.

Les gros faisceaux, voisins des faisceaux médians, les réparent : chacun fournit une branche; ces deux branches se réunissent en arcade, au-dessus de la feuille, et reconstituent le faisceau épanoui. Ainsi A et B fournissent les branches qui remplacent *b*, au-dessus du point *f*, où *b* s'est épanoui.

Quant aux faisceaux latéraux qui n'ont point été absorbés en entier par la feuille, ils sont réparés en partie seulement par les gros faisceaux.

A la hauteur du point où une feuille s'épanouit, tous les gros faisceaux s'unissent, d'un côté, par des cordons et forment un nœud; à l'opposite de la feuille ils ne sont pas unis. Ils semblent donc se porter tous du côté de la feuille. Ainsi, au-dessus du point *f*, les cordons A et B sont unis, puisqu'ils concourent à former ensemble les productions axillaires F, et la branche qui remplace *b* épanoui; le cordon C est uni à B par le cordon *t*; E est uni à A par le cordon coupé *u*, *u*; D est uni à E par *v*; C et D ne sont pas unis entre eux, à l'opposite de la feuille.

Les faisceaux A, B, C, D, E, étant plus internes, leurs cordons passent en-dedans des faisceaux *a*, *b*, *c*, *d*, *e*.

Ces derniers s'unissent aux faisceaux internes en envoyant une branche d'anastomose qui s'unit aux cordons de communication des gros faisceaux. Ainsi *a*, *c*, qui concourent à former la feuille par les cordons *w*, *x*, envoient encore les cordons de communication 1, 2, etc.; *e* envoie le cordon *y* qui communique avec E.

Le faisceau *d*, le plus éloigné de la feuille, placé entre D, C, qui ne communiquent point entre eux, n'envoie pas de cordons de communication; il reste isolé.

Ce faisceau forme le faisceau moyen de la deuxième feuille, *f'*.

Les faisceaux latéraux de cette feuille seront *c*, qui a déjà servi à former la première feuille, et *e*, qui n'a point encore concouru à former une feuille.

Ainsi, ce ne sont pas les faisceaux voisins qui forment successivement les nervures médianes des feuilles supérieures.

Les faisceaux médians alternent avec les faisceaux latéraux, et c'est le faisceau qui, au nœud inférieur, est resté isolé, à peu près à l'opposite de la feuille, qui sera le faisceau principal et médian de la feuille suivante.

D'après cet ordre, *b* forme la première feuille, *d* la deuxième, *a* la troisième, *c* la quatrième, *e* la cinquième ; conséquemment *b* formera ensuite la sixième feuille. De cette façon, cette sixième feuille correspondra à la première, à peu près. On verra plus tard pourquoi la correspondance n'est pas rigoureusement exacte. Il résulte de ce mode d'évolution que les feuilles seront en spirale. On dit habituellement que la spirale se compose, dans ce cas, de cinq feuilles, puisque les faisceaux sont au nombre de cinq et que la sixième feuille est formée par le même faisceau que la première ; cependant, qu'on fasse bien attention que la spirale n'est pas à une seule circonvolution, comme si les feuilles naissaient successivement de faisceaux voisins, à des hauteurs différentes et formant une ligne continue, qui ne fait qu'une seule fois le tour de la tige, avant que la sixième feuille revienne à la première. Les cinq feuilles forment plus d'une fois le tour de la tige pour arriver au point de départ, puisque la deuxième est le plus près possible de l'opposition à la première, la troisième presqu'opposée à la deuxième, et ainsi de suite. Les feuilles voisines sont donc presque à l'opposite, mais toujours inexactement, et en reculant ou avançant, de telle sorte qu'on finit par obtenir une feuille correspondante à la première, lorsque cette feuille est formée par le même faisceau.

Ces faits montrent combien la disposition des fibres de cette plante, à feuilles alternes, diffère de celle des plantes à feuilles opposées. On peut noter, quant à présent, les différences suivantes :

1.° Les faisceaux foliaires de la tige sont en nombre impair, ainsi que les faisceaux réparateurs ; tandis que dans les feuilles opposées les faisceaux foliaires et les faisceaux intercalés sont les uns et les autres en nombre pair.

2.° Chaque feuille, par conséquent, ne peut avoir la moitié des faisceaux foliaires ; chacune des deux feuilles opposées en a la moitié.

3.° Les faisceaux médians de deux feuilles ne peuvent être absolument à l'opposite ; le contraire s'observe dans les feuilles opposées.

4.° Les faisceaux foliaires ne sont pas séparés par les faisceaux destinés à former un verticille supérieur ; il n'y a entre eux que les faisceaux destinés à réparer les faisceaux épanouis, et ces faisceaux sont uniques dans chaque intervalle ; dans les feuilles opposées, au contraire, entre les faisceaux foliaires, peuvent être les faisceaux du verticille supérieur, et en même temps les faisceaux réparateurs.

5.° Chaque faisceau foliaire devient, à son tour, faisceau médian, après avoir été faisceau latéral ; dans les feuilles opposées, les faisceaux médians restent toujours médians ; les uns au premier, troisième, cinquième, septième verticille, etc. ; les autres au deuxième, quatrième, sixième verticille, etc. ; les faisceaux latéraux restent toujours latéraux et conservent le même ordre, les uns étant premiers latéraux, les autres deuxièmes latéraux, etc.

6.° Les feuilles alternes sont aussi opposées qu'elles peuvent l'être en naissant de faisceaux dont le nombre est insymétrique ; mais, par cela même qu'elles ne peuvent être en opposition réelle, elles forment une spirale, la sixième feuille venant correspondre à la première quand il y a cinq faisceaux foliaires

dans le cercle vasculaire de la tige, la huitième quand il y a sept faisceaux, etc.; les feuilles opposées sont essentiellement en croix.

La disposition des feuilles alternes est donc fort différente de celle des feuilles opposées. Cependant, on pressent qu'il doit y avoir une puissante analogie et comme une communauté d'origine entre les deux modes; car la deuxième feuille est autant à l'opposite de la première que le permet le nombre impair des faisceaux foliaires. D'ailleurs, les Dicotylédonés ont les cotylédons, qui ne sont que les premières feuilles, parfaitement opposés; conséquemment, leurs feuilles doivent être originairement opposées; ce n'est que par une cause, pour ainsi dire accidentelle, qu'elles deviennent alternes.

Pour démontrer la vérité de ces assertions et reconnaître la cause de l'alternation des expansions foliaires, nous devons étudier la disposition des fibres à l'origine, par conséquent examiner le végétal à l'époque de la germination et suivre le développement des faisceaux vasculaires. Nous rappellerons donc des faits que nous avons déjà énoncés.

Lorsqu'on coupe, à l'époque de la germination, la tigelle du *Cucumis Melo*, par exemple, on voit que la section transversale, pl. II, fig. 2, présente six faisceaux vasculaires, *a*, *c*, *c*, *b*, *d*, *d*, disposés trois à trois de chaque côté de la tige; le centre de la tige, *e*, est vide.

La tigelle présente deux sillons, qui sont formés par les bords décurrents des feuilles séminales, et qui correspondent aux faisceaux médians, *a*, *b*. Si les bords des feuilles séminales, ou cotylédons, répondent aux faisceaux médians, il en résultera que le milieu des cotylédons répondra à l'intervalle qui sépare de chaque côté les deux groupes de faisceaux vasculaires, et qu'aucun faisceau ne correspondra à leur ligne médiane.

C'est ce qui a lieu effectivement.

La figure 3 présente une portion de la tigelle A, dépouillée

d'épiderme et vue du côté de l'insertion du cotylédon, dont on a laissé une portion, B.

Il n'y a point de faisceau vasculaire qui corresponde à la nervure médiane du cotylédon. Cette nervure médiane, *e*, est formée par deux cordons qui se détachent des faisceaux latéraux les plus voisins, *d*, *c*, et qui s'unissent plus ou moins haut pour constituer la nervure moyenne.

Après avoir formé ces cordons, les faisceaux *d*, *c*, se continuent pour se rendre aux cotylédons et se bifurquent bientôt pour former les nervures latérales, *f*, *f*, *g*, *g*, du cotylédon.

Après avoir fourni les cordons qui vont former la nervure médiane, les faisceaux *d*, *c*, reçoivent des cordons des faisceaux médians *a*, *b*, qui en envoient de pareils au cotylédon opposé, de manière que ces faisceaux concourent à la formation des nervures latérales des cotylédons. Les mêmes dispositions s'observent dans le *Balsamina*, pl. IX, fig. 20, dans les *Crucifères*, etc.

Les feuilles caulinaires sont constituées de la même manière que les cotylédons; à la vérité chacune de leurs nervures paraît formée par un faisceau distinct, et non par deux nervures géminées; mais nous savons que primitivement elles sont formées par la réunion de deux fibres, provenant de deux faisceaux voisins. En effet, nous avons fait remarquer que les faisceaux foliaires, après l'épanouissement des feuilles, sont reconstitués par des cordons anastomosés en arcades et provenant de faisceaux distincts. Ainsi, dans le *Centranthus Ruber*, pl. IX, fig. 3, les faisceaux qui remplacent *a*, *a*, épanouis, et qui doivent former les nervures médianes du troisième verticille sont reconstitués par deux faisceaux qui proviennent des faisceaux *e*, *e*, etc., au-dessus des points *f*, *f*; il en est de même pour les faisceaux *c*, *c*, etc.

La même disposition s'observe dans le *Sambucus laciniata*, pl. X, fig. 2. Les faisceaux A, A, etc., sont remplacés par un faisceau formé de deux cordons provenant de *e*, *e*.

La même chose encore dans le *Clematis Vitalba*, pl. XI, fig. 4. Les faisceaux *d'*, *d'*, etc., sont remplacés par des faisceaux constitués par deux cordons accolés.

Ainsi, la disposition que nous observons dans les feuilles séminales montre la loi de formation en son état de pureté. Si, dans les tiges plus avancées en âge, les nervures médianes paraissent formées par un faisceau unique, c'est parce que la soudure des deux cordons a été opérée bien avant l'épanouissement de chaque feuille. Pour les feuilles séminales, il en est autrement, attendu qu'elles s'épanouissent au point où les fibres sont formées.

Les feuilles séminales du *Cucumis Melo*, que nous avons décrites reçoivent des cordons des faisceaux médians, *a*, *b*, qui ainsi contribuent chacun à la formation des deux cotylédons, en envoyant une fibre de chaque côté. Ce fait n'est point insolite, puisqu'il se montre dans la feuille du *Sambucus laciniata*, pl. X, fig. 1; dans cette plante le faisceau médian D envoie au point E des cordons aux deux feuilles opposées. L'arcade du *Centranthus*, pl. XI, fig. 4, a quelque chose d'analogue. Du reste, cette disposition ne dérange nullement la symétrie.

Une différence cependant existe entre la tigelle et la tige adulte : dans la tigelle du *Cucumis*, par exemple, on ne trouve que les fibres nécessaires à la formation des feuilles séminales : on ne voit pas entre ces faisceaux primordiaux ceux qui formeront directement les feuilles subséquentes ni les faisceaux réparateurs qu'on observe dans les tiges qui portent plusieurs verticilles : mais on conçoit qu'il en doit être ainsi : d'autres fibres ne peuvent exister entre les fibres primitives, parce que les faisceaux successifs proviennent de la bifurcation des faisceaux au moment de l'épanouissement; elles ne seront constituées par conséquent qu'au fur et à mesure que de nouvelles feuilles se formeront. Alors, si aucune circonstance ne vient déranger la symétrie primordiale, les

faisceaux existants donneront par leur division l'arrangement régulier des feuilles opposées que nous avons fait connaître.

En effet, supposons qu'une tigelle ait, comme celle du *Cucumis*, six faisceaux vasculaires placés trois à trois, de chaque côté, de façon que A, pl. III, fig. 1, soit le médian et B, B', les deux latéraux qui l'accompagnent, *a'*, *a*, les deux moitiés de l'autre faisceau médian, C, C', les deux faisceaux latéraux qui se trouvent près de lui; les cotylédons se trouvant placés vis-à-vis l'intervalle qui sépare les deux groupes de faisceaux vasculaires, leur nervure médiane partira des points D, D', et sera formée par des cordons provenant de C et B, d'un côté, et de C' et B' de l'autre; leurs nervures latérales partiront des points E, F, et E', F', et seront constituées par B et A, *c* et *a* d'un côté, B' et A, *c'* et *a'* de l'autre.

Maintenant supposons que les faisceaux primitifs A, B, B', et *a*, *a'*, C, C', fig. 1, se continuent pour former le deuxième verticille aux points J, K, L, et J', J', K, L; supposons ensuite que la portion réparatrice de ces cordons, c'est-à-dire la partie nouvelle destinée à former les fibres subséquentes, fournisse les fibres destinées à remplacer le faisceaux cotylédonaires, en s'anastomosant au-dessus d'eux avec une fibre semblable du faisceau placé de l'autre côté; supposons enfin que la portion de ce faisceau destinée à réparer les verticilles supérieurs reste unie au faisceau primitif jusqu'au verticille N.° 2 et que là elle répare les fibres de ce dernier verticille, puis se porte sur le faisceau destiné au troisième verticille et ainsi de suite; nous aurons, dans ce cas, la symétrie du *Clematis*, c'est-à-dire un cercle vasculaire formé des faisceaux de deux verticilles sans faisceaux réparateurs distincts, excepté au point où ils se séparent des fibres d'un verticille pour aller rejoindre les faisceaux du verticille suivant; en d'autres termes le cercle vasculaire aura deux fois autant de faisceaux qu'il en faut pour

former un verticille; que si la portion réparatrice une fois formée s'isole entre les faisceaux des verticilles et en répare les fibres aussitôt leur épanouissement, nous aurons la symétrie du *Centranthus*, c'est-à-dire que le cercle vasculaire aura quatre fois autant de faisceaux qu'il en faut pour faire un verticille. Ainsi dans le *Cucumis Melo*, pl. III, fig. 2, les fibres du premier verticille, qui s'épanouissent en D, E, F, et en D', E', F', sont formées, les médianes par B et C, B' et C', les latéra'es par B A et C *a* et par B' A et C' *a'*. Si les rameaux ont qui donné naissance aux fibres cotylédonaires les réparent; s'ils se prolongent pour former le premier verticille foliaire, si les cordons réparateurs s'isolent, nous aurons un nombre de faisceaux caulinaires quadruple du nombre des faisceaux destinés à un verticille, car le cercle vasculaire se composera des faisceaux du premier verticille foliaire, de ceux du deuxième qui remplacent le verticille cotylédonaire, et de ceux qui répareront successivement les verticilles, lesquels se trouveront dans tous les intervalles des faisceaux foliaires.

Il résulte de cet arrangement que les fibres de la tigelle, telles que nous les avons vues dans le *Cucumis*, etc., c'est-à-dire au nombre de six, rapprochées trois à trois, et formant les nervures des cotylédons dans leurs intervalles, par l'accouplement de deux cordons qui proviennent de deux faisceaux distincts, et répétant toujours une division semblable, produiront la symétrie qu'on observe dans les feuilles opposées. Le nombre des faisceaux deviendra double ou quadruple, selon les cas; les faisceaux du deuxième verticille seront placés entre ceux du premier : les faisceaux médians du verticille supérieur seront, de chaque côté, dans l'espace qui sépare les fibres de chaque feuille du verticille inférieur et resteront médians; les faisceaux latéraux seront placés entre les faisceaux du verticille inférieur et alterneront avec eux.

Il s'agit de montrer maintenant comment ces fibres symé-

triques, qui forment deux cotylédons opposés, peuvent ensuite produire des feuilles alternes, placées dans les nouvelles conditions que nous avons observées.

Un seul fait suffira pour amener tous les changements que nous avons indiqués : il ne faut, pour les produire, que l'avortement de l'un des faisceaux ou sa soudure avec un faisceau voisin.

La disparition d'un faisceau amène en effet la réduction du nombre des faisceaux du cercle vasculaire et en rend le nombre impair ; ainsi, dans le *Cucurbita*, il est de cinq au lieu de six. Le nombre des faisceaux primitifs étant diminué, le nombre des fibres épanouies, et conséquemment des faisceaux réparateurs, sera pareillement diminué; il sera de cinq pareillement et le cercle complet sera de dix faisceaux.

Cette réduction des fibres sera cause ensuite que les feuilles empiéteront, en quelque sorte, l'une sur l'autre, la supérieure empruntant une fibre qui a déjà servi à celle qui se trouve au-dessous, comme on le voit dans le *Cucurbita*, pl. I, fig. 1. Il en doit être ainsi, car lorsque la feuille *b*, qui a été formée par *a*, *b*, *c*, est développée, il ne reste plus que deux faisceaux, *d*, *e*, pour former la deuxième feuille ; celle-ci, représentant la feuille qui, opposée à la première, aurait formé un verticille régulier, prend pour nervure médiane le faisceau *d*, qui est resté libre, presque à l'opposite de *b*; elle aura pour nervure latérale *e*, et pour compléter le nombre symétrique dont elle a besoin, elle sera forcée d'emprunter le faisceau qui remplace le faisceau *c*, qui a servi à la première feuille ; elle s'épanouira donc forcément au-dessus de la première ; et empiétera sur elle. La troisième feuille, qui aura *a* pour nervure médiane ; la quatrième, qui aura *c*; la cinquième, qui aura *e*, seront dans des conditions semblables, empiétant toujours l'une sur l'autre. De là la disposition en spirale ; de là aussi le rôle accordé à chaque fibre de devenir médiane tour à tour.

L'empiétement d'une feuille sur les fibres de celle avec

laquelle elle aurait dû former un verticille aura pour effet de ne pas laisser isolées les fibres du verticille le plus prochain, qui devraient alterner avec celles du verticille immédiatement inférieur, et conséquemment de réduire les fibres du cercle vasculaire à celles du premier verticille et aux cordons réparateurs diminués d'un faisceau, comme cela se voit dans le *Cucurbita*, pl. I, fig. 1, qui n'a que dix faisceaux.

Les faits que nous venons d'indiquer peuvent facilement être constatés dans les plantes dont les feuilles inférieures sont opposées et les supérieures alternes, par exemple dans le *Lunaria rediviva*, pl. XIV.

Cette plante montre, fig. 1, dans la disposition des fibres des deux verticilles inférieurs, une symétrie parfaitement semblable à celle qu'on observe dans le *Centranthus* et le *Sambucus* (voir l'explication de la planche du *Lunaria*); mais le troisième verticille montre que le faisceau latéral E de la feuille 3′ se soude avec le faisceau qui doit concourir à réparer l'un des faisceaux latéraux de la feuille 3. Par conséquent, ce faisceau manquera et le faisceau latéral de la feuille 3′ paraîtra être la continuation de celui de la feuille 3, qui est au-dessous, et toutes les suites de l'alternation des feuilles seront obtenues.

Pour rendre ces soudures plus visibles, nous les avons montrées dans le tracé fictif que représente la figure 2. Dans cette figure, les feuilles inférieures I et I′, II et II′ sont opposées, et la symétrie des fibres est la même que celle du *Centranthus* (voir l'explication de la planche du *Lunaria*); mais le faisceau *k* de la feuille III′ se soude, avant de s'épanouir, au point *m*, avec le faisceau qui devait reconstituer un des faisceaux latéraux de la feuille III, et conséquemment avec les fibres qui constituent le faisceau *l*. Ce faisceau est composé de cinq cordons : le premier est le cordon *k*, qui devait seul former la nervure de la feuille III′; le deuxième est le cordon réparateur de *k*; le troisième est celui qui a remplacé la nervure médiane de

la feuille II' et qui devait par conséquent former la nervure médiane d'une feuille du quatrième verticille ; le quatrième est le cordon réparateur placé entre le précédent et un faisceau latéral de la feuille III; enfin, le cinquième est le cordon remplaçant ce faisceau latéral après son épanouissement. Ces cinq faisceaux étant réunis en un seul, le nombre total des faisceaux caulinaires est réduit de quatre; au lieu de vingt-quatre, il n'est plus que de vingt.

En raison de ces faits, la feuille s'épanouit plus haut et devient alterne ; elle empiète sur la feuille inférieure et les suivantes font de même, parce qu'un faisceau manque toujours; conséquemment la série des feuilles décrit une spirale. De là enfin le changement dans la distribution symétrique et le nombre des faisceaux du cercle vasculaire. Inférieurement le cercle était formé de vingt-quatre faisceaux, savoir : *a* A *a*, *a* A *a*, fig. II, faisceaux du premier verticille; *b* B *b*, *b* B *b*, fibres du deuxième; *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, faisceaux réparateurs interposés entre les fibres des deux verticilles croisés. Par la soudure, le nombre des faisceaux devient quinaire, et de plus le cercle vasculaire est réduit à ne plus montrer simultanément des fibres de deux verticilles successifs ; car le faisceau *l* du verticille supérieur, qui devait rester isolé et intercalé entre celle du verticille inférieur, disparaît dans l'empiétement de la feuille III' ; de plus, les feuilles supérieures se trouvant toujours dans la même condition, c'est-à-dire empruntant toujours la fibre remplaçant celle de la feuille immédiatement inférieure, les faisceaux E, F, G, H, I, seront forcément indivis et n'auront pour objet que de réparer les faisceaux 1, 2, 3, 4, 5, 6, qui forment les feuilles en spirale quinaire.

Ainsi, cette tige, qui avait primitivement les feuilles opposées et le cercle vasculaire composé d'un nombre de faisceaux quadruple de celui d'un verticille, aura un cercle vasculaire encore diminué de moitié, après avoir perdu un groupe vasculaire et être ainsi descendu au nombre quinaire.

Nous avons dit que, dans certaines feuilles opposées, les faisceaux réparateurs, c'est-à-dire la collection des fibres successivement formées pour constituer les feuilles supérieures, au lieu de former des faisceaux distincts entre les fibres foliaires, s'accolent à celles-ci de chaque côté et s'écartent au point d'évolution pour se rejoindre au-dessus et former ainsi des faisceaux continus. Dans ce cas, le nombre des faisceaux du cercle vasculaire est seulement double de celui des fibres qui composent un verticille.

Nous avons dit que, dans ces plantes, les deux feuilles n'étant pas *connées* peuvent facilement devenir alternes; aussi beaucoup de feuilles alternes présentent-elles la disposition que nous venons d'indiquer; dans ce cas les fibres réparatrices n'étant plus isolées et régulièrement intercalées, le nombre des faisceaux vasculaires est moitié moindre et égal seulement au nombre des feuilles de la spirale. C'est ce qu'on voit dans le *Populus angulata*, pl. XIV, qui n'a que cinq faisceaux.

Enfin, il peut arriver que les feuilles opposées deviennent alternes par un simple déplacement et sans changement dans la symétrie des parties. Ainsi, dans l'*Apocynum hypericifolium*, pl. XIV, les feuilles inférieures ne sont alternes que parce que l'une se développe un peu plus tard que l'autre. Mais ces feuilles ne peuvent être considérées comme véritablement alternes, puisqu'elles ne décrivent pas de spirale; elles ne changent pas de position relativement l'une à l'autre, si ce n'est par la hauteur du point d'expansion. Du reste, ce changement, qui n'intéresse pas la structure générale, ne peut se présenter que lorsque les feuilles n'ont pas d'union entre elles; alors les dérangements sont toujours très-faciles.

Nous venons de voir comment les feuilles alternes, dont la disposition paraît si différente de celle des feuilles opposées, proviennent cependant du même type primitif, et comment un

simple avortement ou une soudure peut changer toute la symétrie de la foliation. Une augmentation dans le nombre des parties produirait les mêmes résultats : seulement le nombre des feuilles d'une spirale serait plus considérable.

Par des procédés tout-à-fait analogues à ceux que nous avons exposés, mais inverses, des feuilles alternes pourraient de nouveau devenir opposées, ce qu'on remarque dans certaines plantes, tant il est vrai qu'on passe facilement d'un mode à un autre. Mais, nous le répétons, ces changements ne sont habituels que lorsque les pièces d'un verticille ne sont pas bien liées entre elles ; les feuilles restent presque immuablement opposées dans les cas contraires, comme dans le *Centranthus*, le *Sambucus*, le *Galium* et autres Rubiacées, etc.

Nous venons d'exposer les règles de la symétrie des feuilles alternes; mais, nous devons le dire, l'arrangement des faisceaux vasculaires des tiges, dont les feuilles ont cessé d'être opposées, est loin d'être aussi régulier que dans les plantes que nous avons décrites comme type; souvent on trouve des anomalies dont nous allons rechercher les causes.

Les faisceaux qui se trouvent entre les faisceaux foliaires et que nous avons appelés réparateurs, sont formés par les fibres des feuilles supérieures accolées et constituant ordinairement un faisceau unique; mais ces fibres sont destinées à se séparer pour s'épanouir à des hauteurs différentes, et il arrive qu'au lieu de se séparer seulement au point où chaque verticille s'épanouit, elles restent isolées ou se séparent à diverses hauteurs. Il résulte de là qu'à un point donné de la tige on en trouvera plus que l'ordre régulier n'en exige, et elles seront d'autant plus nombreuses qu'un plus grand nombre de fibres destinées aux verticilles supérieurs se seront séparées.

On remarque aussi que les cordons qui, provenant de faisceaux différents, se rapprochent au-dessus du point d'épanouissement d'une fibre foliaire pour la reconstituer et former la fibre

de la feuille qui la représente dans le verticille ou la spirale supérieure, se réunissent plus ou moins tardivement. Nous trouvons encore là une cause qui fait varier le nombre des faisceaux qu'on remarque dans le cercle caulinaire.

Enfin, quelquefois le nombre des cordons diminue, parce que plusieurs se soudent entre eux.

Le *Lunaria rediviva* nous offre fréquemment ces divers modes d'irrégularité; dans le *Sambucus* même, pl. X, dont les feuilles sont régulièrement opposées, on voit quelquefois les cordons vasculaires ne pas se souder régulièrement au-dessus du point d'épanouissement des fibres qu'ils doivent remplacer, et conséquemment dépasser le nombre symétrique.

L'*Helianthus tuberosus*, pl. XV, nous présente également de nombreuses irrégularités; les fibres désignées par les numéro 1, 2, 3, 4, 5, indiquent les faisceaux médians des feuilles; les numéro 1′, 1′, 2′, 2′, 3′, 3′, 4′, 4′, 5′, 5′, les faisceaux latéraux. Chacune des feuilles a donc trois faisceaux; les feuilles sont disposées en spirale, et le faisceau médian N.° 6 formant la sixième feuille devrait être au-dessus du faisceau de la première pour présenter une disposition semblable à celle du *Cucurbita*.

Mais dans l'*Helianthus*, les cordons destinés à remplacer les faisceaux épanouis ne sont pas régulièrement formés par deux faisceaux voisins anastomosés en arcade immédiatement au-dessus de la feuille. Très-fréquemment cette arcade n'existe pas, et l'une des fibres destinées à remplacer le faisceau épanoui, ne recevant pas la fibre correspondante placée de l'autre côté de la fibre épanouie, peut se séparer plus bas, ce qui a lieu effectivement; de manière que le nombre des faisceaux qui forment le cercle de la tige est augmenté, le cercle vasculaire ne contenant plus le nombre des faisceaux propres à constituer seulement une spirale de feuilles, mais celles qui constituent plusieurs spirales succes-

sives. Ainsi le faisceau A, qui passe contre le bourgeon de la deuxième feuille, s'en va former la quatorzième et descend encore jusqu'à la sixième ou septième feuille au-dessous de la deuxième, jusqu'à ce qu'il devienne si ténu qu'on ne puisse le suivre. D'autres fois, les faisceaux se soudent plus promptement à un faisceau plus ancien. En général, les faisceaux passent contre le bourgeon de la quatorzième ou quinzième feuille, puis descendent encore plus bas.

Nous avons dit que les feuilles alternes sont en spirale, parce que la deuxième feuille, étant presque opposée à la première, ne trouve pas dans la circonférence le nombre des fibres nécessaires pour la constituer; elle emprunte un faisceau qui a servi à la feuille placée en-dessous, de manière que chaque feuille empiète sur celle qui la précède : par conséquent chacune gagnant toujours un faisceau, il arrive bientôt une feuille dont le faisceau moyen est celui de la première feuille; ces deux feuilles se correspondent et déterminent le nombre de feuilles qui composent la spirale.

Nous avons encore dit que la spirale est ordinairement quinaire, parce que, dans le plus grand nombre des cas, les feuilles opposées ayant chacune trois nervures, le cercle vasculaire est formé de six faisceaux separés par les fibres des feuilles supérieures. Si l'un des faisceaux vient à avorter ou se souder avec le faisceau voisin, la symétrie devient quinaire.

La spirale peut éprouver des modifications, ou parce qu'une feuille empruntera plus d'une fibre à la feuille qui l'a précédée, ou parce que les feuilles seront formées par un nombre de faisceaux plus grand ou plus petit. Lorsque certaines feuilles empruntent aux feuilles inférieures un plus grand nombre de faisceaux, elles empiètent de plus en plus l'une sur l'autre, et il y a plus de deux feuilles dans le tour de la tige; la spirale est de plus en plus serrée.

Dans l'*Apium graveolens*, pl. XV, on trouve ces diverses

causes d'irrégularité : il faut noter d'abord que le nombre des faisceaux diminue, parce que plusieurs se soudent entre eux, comme dans les plantes précédemment citées. Ainsi dans la fig. 4, les faisceaux douze et treize se confondent au-dessus de la deuxième feuille, les faisceaux deux et trois, sept et huit, au-dessus de la quatrième feuille.

De plus les feuilles ne sont pas formées par le même nombre de faisceaux : la première feuille *a*, fig. 6 (radicale) a cinq faisceaux; la deuxième, *b*, en a sept, la troisième, *c*, en a neuf, la quatrième, *d*, encore neuf, la cinquième, *e*, a quatre faisceaux latéraux d'un côté et cinq de l'autre.

Dans la fig. 5, qui présente deux premières feuilles caulinaires, chacune a onze faisceaux.

Les feuilles ne laissent point entre elles le même intervalle : ainsi dans la fig. 6, la première feuille laisse, entre elle et la deuxième, un faisceau libre (6), qui est le faisceau médian de la quatrième feuille. Entre la deuxième et la troisième feuille, le faisceau 13, qui est le faisceau médian de la cinquième feuille, ne reste pas isolé, il prend part à la formation de la deuxième et de la troisième feuille. La troisième feuille reçoit ses trois derniers faisceaux latéraux des N.° 1, 2, 3, qui ont concouru à la formation de la première feuille.

La quatrième feuille, loin de laisser un faisceau isolé entre elle et la précédente, prend les deux derniers faisceaux latéraux de cette dernière. La cinquième en prend trois ou quatre. De manière que les feuilles paraissent empiéter de plus en plus l'une sur l'autre.

On remarquera aussi que la spirale s'élève de gauche à droite dans la fig. 6, tandis qu'elle s'élève de droite à gauche dans la fig. 5. Cela tient à ce que, dans le premier cas, il y a empiétement sur les faisceaux d'un côté; dans le deuxième cas, il y a empiétement de l'autre côté. C'est à cause d'une disposition pareille que, dans certaines fleurs irrégulières placées aux

aisselles des feuilles, en nombre multiple, on voit les parties analogues placées en sens inverse, comme dans l'*Heliconia*, le *Marantha*, etc.

Dans l'*Aristolochia clematitis*, pl. XI, fig. 4, on observe aussi les causes d'irrégularité que nous avons signalées.

Nous venons de voir les feuilles alternes former des spirales, parce que le nombre de leurs faisceaux vasculaires n'est pas en rapport symétrique avec ceux de la tige, et que par conséquent elles ne peuvent être en opposition parfaite : elles empiètent les unes sur les autres, se rapprochant ainsi du point de départ, jusqu'à ce qu'enfin une feuille vienne à avoir la nervure médiane formée par le même faisceau que la première feuille ; conséquemment cette feuille qui, dans le plus grand nombre des cas, est la sixième, correspond à la première.

Cependant il est utile de noter que cette concordance n'est jamais rigoureusement exacte : par conséquent les séries formées soit par les premières feuilles des spirales successives, soit par les deuxièmes, soit par les troisièmes, etc., ne sont pas des lignes droites et verticales, mais des lignes qui sont également spiralées. Nous allons voir les causes de cette *spiralation*.

Nous avons vu que, dans l'*Helianthus*, les faisceaux qui forment les feuilles supérieures sont placés à côté de ceux des feuilles précédentes qui leur correspondent. Cela est évident quand les faisceaux sont séparés. Une disposition analogue existe, lorsque les fibres des feuilles successives sont unies en un seul faisceau intercalé entre les faisceaux immédiatement foliaires : les fibres que reconstituent les faisceaux réparateurs peuvent rester placées un peu sur le côté. Conséquemment les feuilles de la deuxième spirale ne doivent pas correspondre absolument à celles de la première, dont elles tiennent le rang. Ainsi, dans la spirale quinaire, la sixième feuille ne correspond pas complètement à la première.

L'observation constate ce fait.

Dans le *Chelidonium majus*, si l'on coupe le bourgeon qui termine la souche, on voit, pl. V, fig. 18, que la sixième feuille ne correspond pas exactement à la première. La fig. 19, qui présente un autre bourgeon coupé un peu plus haut, nous montre également le faisceau médian de la sixième feuille un peu sur le côté de celui de la première. On voit du reste, dans ces deux figures, les feuilles disposées comme celles du *Cucurbita*, savoir : deux sont libres, une a un bord recouvert, deux ont deux bords recouverts.

La fig. 20, qui nous offre la coupe d'un bourgeon plus développé, nous fait voir aussi que la sixième feuille n'est pas précisément correspondante de la première. Il semble que la neuvième soit plus près de lui correspondre, mais il n'y a pas plus correspondance exacte pour la neuvième que pour la sixième.

On ne peut donc décider le nombre des feuilles qui entrent dans la composition d'une spirale par la seule inspection des feuilles, parce que les faisceaux qui produisent les feuilles naissent toujours un peu sur le côté du faisceau qui a produit la feuille inférieure correspondante.

Une autre cause de la déviation des séries de fibres, c'est la torsion des tiges, ou la direction en spirale des fibres caulinaires elles-mêmes. Celles-ci, en effet, sont loin d'être toujours rectilignes, souvent elles décrivent des courbes, et, dans ce cas, les feuilles qui naissent d'un même faisceau ne sont pas placées au-dessus les unes des autres. Il n'est peut-être pas de fibres qui décrivent une spirale plus marquée que celles du *Pandanus odoratissimus*, pl. XVIII, fig. 8 et 9.

Il résulte de ces dispositions que les séries des feuilles correspondantes, dans les spirales successivement développées, décrivent elles-mêmes des spirales.

Ces spirales sont surtout fort manifestes quand les feuilles sont serrées et se touchent presque, parce qu'alors la déviation peut, en quelque sorte, se suivre à l'œil, comme dans le

Pandanus, dont les séries de feuilles, qui sont au nombre de trois, décrivent des spirales excessivement marquées.

Le nombre des feuilles qui se trouvent dans une spirale déterminera le nombre des séries spiralées; ainsi on en verra trois, cinq, sept et un plus grand nombre, comme dans les cônes des sapins, etc.

Il y a donc, dans les plantes à feuilles alternes, une double spiralation : les feuilles successives décrivent des spires par empiétement, et les séries des feuilles correspondantes forment aussi une spirale, soit par défaut d'exactitude dans la correspondance, soit par la direction curviligne des fibres.

En général, toutes ces dispositions sont combinées pour que les feuilles soient le moins possible cachées par les feuilles supérieures, et par conséquent le plus complètement possible exposées à l'air et à la lumière.

Il résulte des faits que nous venons d'énoncer qu'il est parfois fort difficile de déterminer le nombre d'expansions foliacées qui entre dans une spirale, puisque celle-ci est mal déterminée. Il n'y a guère que le nombre des faisceaux qui puisse le faire apprécier avec quelque exactitude. Mais, nous l'avons dit, ce nombre varie par la soudure ou la séparation prématurée des fibres. Nous avons vu effectivement qu'elles se détachent plus ou moins promptement dans la tige, de sorte que si on les suit dans leur trajet longitudinal, on ne trouve pas le nombre régulier de faisceaux. Si l'on veut les compter dans une coupe transversale, on éprouvera les mêmes difficultés, puisque les faisceaux séparés se montreront en même temps que ceux avec lesquels ils devraient être soudés.

La coupe transversale fera même apercevoir de nouvelles difficultés, car non-seulement les fibres qui ne se correspondent pas exactement peuvent se séparer latéralement, mais même celles qui se correspondent aussi complètement que possible peuvent se séparer du cercle vasculaire, de dedans

en dehors, c'est-à-dire dans le sens où la feuille va s'épanouir. Par exemple, dans le *Chelidonium*, pl. V, fig. 18, la feuille I est en partie séparée de la tige, son faisceau médian ne fait plus partie du cercle caulinaire; les faisceaux médians des feuilles 2, 3, 4 en font encore partie, mais commencent à s'éloigner, et il semble qu'à leur place se crée déjà un faisceau nouveau. Les faisceaux médians des feuilles 5 et 6 font encore partie du cercle de la tige. Les faisceaux latéraux des feuilles 1, 2, 3, sont déjà séparés du cercle vasculaire de la tige, bien que les feuilles soient encore en partie confondues avec la tige. Un faisceau latéral de la feuille 4, vis-à-vis *h*, commence à s'éloigner, les autres faisceaux latéraux occupent régulièrement leur place.

Ces circonstances font paraître le cercle vasculaire irrégulier et le nombre des faisceaux plus considérable; mais on retrouve le système symétrique, en observant que les faisceaux surnuméraires appartiennent à des feuilles déjà rejetées du cercle, en tout ou en partie, et déjà bien marquées, quoiqu'elles fassent encore un corps indivis avec la tige.

Les figures que nous venons de citer font voir que toutes les fibres des feuilles ne se séparent pas simultanément de la circonférence de la tige; la séparation se fait plus tôt par un bord que par l'autre, de manière que l'évolution d'une seule feuille est spiralée, comme l'évolution de l'ensemble des feuilles.

Tous les faits que nous avons signalés prouvent que, dans les cas d'anomalie, il est parfois presque impossible de découvrir quel est l'ordre régulier qui appartient à une tige; il faut, dans ces cas, pour le découvrir, recourir au commencement de la végétation de la plante et l'examiner à l'époque des premières formations. La régularité se montre quand les produits des accroissements successifs ne l'ont pas altérée.

Les faits que je viens d'exposer suffisent pour faire comprendre, d'une manière générale, la foliation et montrer

combien les détails qu'elle offrira seront curieux. Il me suffit, quant à présent, de consigner les lois générales qui décident l'arrangement des appendices foliacés. Je passe à l'étude des bourgeons.

DES BOURGEONS.

Après avoir exposé le mode de formation des feuilles, nous devons étudier celui des bourgeons.

L'évolution des bourgeons est, en général, en corrélation avec celle des feuilles et celles-ci ne se développent que par l'accroissement successif des bourgeons.

L'extrémité de la tige fait partie de la zone d'accroissement. La couche interstitielle a la forme d'un cône; elle s'accroît à la partie extrême, comme dans tous les points de son contour; son extrémité s'alonge donc toujours. Cette partie constitue le bourgeon *terminal*, qui, en se développant, produit l'accroissement en longueur de la tige, comme la formation de nouvelles fibres à la face interne du système cortical et à la surface du système central détermine l'accroissement en épaisseur.

Lorsqu'on fend verticalement un bourgeon terminal, *Æsculus Hippocastanum*, pl. XIII, fig. 8, on voit que la médulle centrale A se continue jusque près de l'extrémité du bourgeon. La zone transparente F, F, F, qui est située entre le bois et l'écorce, s'étend jusqu'au sommet, où elle est verte. En ce point, la portion corticale forme un mamelon, G, qui ne se distingue pas de la portion transparente gélatineuse F, parce qu'en ce point il ne s'est encore organisé aucune partie qui distingue le système ligneux du système cortical. L'ensemble des deux systèmes est encore transparent et incomplètement formé.

Bientôt les fibres du bourgeon s'organisent; elles sont la continuation des faisceaux caulinaires.

Les faisceaux E se divisent successivement pour fournir des

fibres aux feuilles B, C, D, I, dont les supérieures ne sont encore que rudimentaires. Les fibres qui s'étendent au-delà de I ne déterminent pas encore la formation d'appendices foliacés dans le mamelon G ; mais comme les faisceaux ont une tendance à s'alonger plus que le reste, ils déterminent bientôt des expansions qui se développent en s'écartant du centre, lequel, en se prolongeant, les repousse en-dehors.

Ainsi se forment les feuilles ; elles résultent de l'alongement des faisceaux du bourgeon terminal qui tendent à s'échapper de la périphérie, parce que celle-ci se recourbe pour former le sommet du cône.

Ainsi augmente la longueur de la tige, par le développement successif du bourgeon terminal. La figure 6 nous présente la moelle de la base du bourgeon annuel, séparée de la moelle du rameau de l'année antérieure, A, par une portion, B, différente par sa couleur, etc. ; les pousses annuelles sont ainsi séparées l'une de l'autre, comme les couches concentriques.

Les fibres D, fig. 6, qui se sont épanouies pour former les feuilles et les écailles du bourgeon, se terminent en E et sont recouvertes par les fibres F, qui forment les feuilles du nouveau bourgeon terminal développé. Ce sont donc de nouvelles fibres qui entourent le canal médullaire ; l'étui médullaire n'est donc pas formé par des fibres continues, mais par la partie supérieure de chaque cercle vasculaire qui dépasse les anciens.

Tel est le mode fort simple de formation et d'accroissement des bourgeons terminaux de la tige et des rameaux. Etudions maintenant la formation des bourgeons latéraux.

Les bourgeons latéraux naissent, dans les cas ordinaires, à l'aisselle des feuilles, vis-à-vis le faisceau médian.

Lorsque ce faisceau s'échappe pour former la feuille, il entraîne avec lui la médulle transparente dans laquelle il est né, et lui fait faire un pli en la tirant au-dehors. C'est ce qu'on voit bien dans le *Syringa vulgaris*, pl. XIII, dans

le *Sambucus nigra*, pl. X, fig. 2, dans laquelle le faisceau entraîne la moelle qui forme le bourgeon B, et surtout dans le *Rhus typhinum*, pl. VII, fig. 5, où le faisceau A entraîne encore plus fortement la médulle qui forme le bourgeon B.

Il serait bien possible que tous les faisceaux générateurs qui composent le cercle de la tige vinssent contribuer à former la médulle qui formera la base du bourgeon, puisque nous avons vu dans le *Cucurbita*, pl. III, fig. 1, qu'ils s'anastomosent tous ensemble en envoyant des cordons vers le point où naît la feuille. Ainsi la médulle du bourgeon serait une division de la médulle caulinaire, au point où une partie des faisceaux du cercle vasculaire se portent d'un côté pour faire éruption.

Il paraît d'autant moins probable que le bourgeon soit exclusivement le prolongement de la partie parenchymateuse du faisceau médian de la feuille correspondante, que les fibres du bourgeon descendent sur les cordons générateurs voisins : ainsi dans le *Cucurbita*, pl. III, fig. 1, le plexus F formé par les fibres du premier bourgeon descend sur les cordons A et B ; le plexus F′ formé par le bourgeon de la deuxième feuille, descend sur les cordons C et D. Dans le *Clematis*, pl. XI, fig. 4, où les faisceaux réparateurs sont soudés avec les faisceaux foliaires, les fibres du bourgeon descendent cependant sur les branches isolées qui vont reformer le faisceau épanoui en feuille.

Quoi qu'il en soit, la partie médullaire du bourgeon naît en un point où cesse un faisceau fibreux, et où n'est pas encore reparu le faisceau qui doit le reconstituer. Elle naît, en effet, au-dessus de la fin du faisceau médian et au-dessous de l'arcade formée par les deux branches qui s'unissent pour remplacer le faisceau foliaire. Elle communique donc directement avec la médulle centrale.

Quelquefois le centre de la partie médullaire du bourgeon se dilate et devient immédiatement aréolaire dans toute son étendue ; alors on voit la moelle centrale du bourgeon se con-

tinuer sans interruption avec celle qui occupe le centre de la tige; Ex. *Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 18.

D'autres fois la base de la médulle gemmulaire reste resserrée; elle ne se dilate et ne devient aréolaire que dans sa partie supérieure : alors le canal médullaire du bourgeon semble ne pas se continuer avec celui de la tige. Ainsi, dans l'*Æsculus*, pl. XIII, fig. 12, on voit la médulle centrale du bourgeon se rétrécir de plus en plus en se rapprochant de la tige, de manière que la partie devenue aréolaire qui remplit le canal médullaire ne s'étend que jusqu'à la couche verte dans laquelle s'est formée la première couche fibreuse, et ne semble pas communiquer avec la médulle centrale de la tige.

La médulle gemmulaire est primitivement homogène, transparente comme la couche qui l'a formée. Bientôt elle devient plus ferme, son centre prend le caractère de la moelle centrale; ensuite, on distingue une trace transparente qui commence à séparer la partie corticale de la partie ligneuse. Cette trace transparente commence à se faire voir au sommet du bourgeon de l'*Æsculus*, pl. XIII, fig. 9; elle est plus étendue dans la fig. 10; elle occupe toute la longueur et toute la périphérie du bourgeon dans la fig. 11, et communique alors avec la couche transparente placée entre le bois et l'écorce du rameau.

Le bourgeon repousse l'épiderme en s'en enveloppant pour se développer à l'extérieur; il entraîne aussi les parties corticales, de sorte que l'écorce, à la base du bourgeon, présente une ouverture par laquelle passent les fibres et les autres parties produites par le système central pour aller former le corps ligneux du bourgeon.

Cette ouverture est distincte de celle par laquelle sort le faisceau médian de la feuille. Ainsi, la face interne de l'écorce du *Sambucus nigra*, pl. X, fig. 3, présente les ouvertures A, C, C, pour les faisceaux foliaires, B pour le bourgeon. Celle du *Rhus typhi-*

num, pl. VII, fig. 7, présente une disposition analogue : A, B, B, laissent sortir les fibres foliaires, C laisse passer le bourgeon. On voit aussi dans le *Sambucus nigra*, pl. X, fig. 1, que le bourgeon B est placé au-dessus du faisceau foliaire A, bien qu'il lui soit adhérent par la base. La même chose se voit dans le *Rhus*, pl. VII, fig. 7; le bourgeon C est au-dessus du faisceau foliaire A. Les faisceaux A, B, B sont déjà enfoncés et en partie recouverts, parce que les fibres des feuilles supérieures ont formé une couche qui recouvre les faisceaux des feuilles inférieures.

Dans la tige du *Cucurbita*, pl. I, on voit une disposition analogue; la fig. 2 présente un lambeau d'épiderme : *a*, *b*, *c* sont les ouvertures par lesquelles sortent les faisceaux foliaires; *d* est l'ouverture de la vrille, *e* celle d'un rameau, *f* celle d'un pédoncule.

On voit, d'après cela, qu'il y a une lame épidermique *g*, *g*, entre les ouvertures des divers faisceaux foliaires, et qu'il y a une lame semblable entre ces ouvertures et celle du bourgeon; par exemple, entre l'ouverture *a* et l'ouverture *f*. La saillie formée par la médulle du bourgeon est appliquée sur cette lame. Ainsi, lorsqu'on fend verticalement le pétiole et le rameau d'où il naît, dans l'*Æsculus*, pl. XIII, fig. 11, on voit que la base du pétiole est séparée du système central par la couche corticale *a*, et la médulle du bourgeon est appliquée sur cette partie, qu'elle suit pour aller sortir au-delà de la base du pétiole.

Le trajet qu'elle parcourt ainsi est plus ou moins long, selon que la base du pétiole est plus ou moins épaisse. Dans l'*Æsculus*, la base du pétiole est très-épaisse, comme on le voit dans les fig. 9, 10, 11; aussi, le bourgeon sort loin du point où s'échappe le faisceau médian de la feuille. La figure 7 montre bien aussi le point élevé qu'occupe le bourgeon au-dessus de la large cicatrice que laisse la chute du pétiole.

Dans le *Syringa*, pl. XIII, le pétiole est canaliculé, de sorte

que le bourgeon sort très-près du point d'expansion du faisceau médian.

Dans le *Rhus typhinum*, pl. VII, fig. 5, le faisceau médian sort fort obliquement; la base du pétiole forme une cavité A très-profonde, parce que les faisceaux latéraux sortent bien plus haut que le faisceau médian (fig. 8). Le bourgeon B est placé dans cette cavité, et il est presque entièrement caché, parce que le pétiole ne continue pas à être canaliculé, qu'il devient au contraire épais au-dessus de sa base, et que même la partie renflée s'alonge un peu au-dessus du bourgeon. Avec un peu d'attention, on voit facilement cependant que le bourgeon n'est pas placé dans la base du pétiole, mais qu'il occupe sa place ordinaire.

On a dit que le bourgeon du *Platane* était réellement renfermé dans la base du pétiole; cela n'est pas plus vrai que dans le *Rhus*. Dans le *Platane*, pl. VII, le bourgeon E est placé d'une manière toute semblable dans une cavité de la base du pétiole A; mais comme ce pétiole porte une stipule *a*, qui est insérée tout autour de sa cavité, et que cette stipule, dans le reste de sa circonférence, naît de la tige qu'elle embrasse étroitement, il résulte que, lorsqu'on regarde la base du pétiole entre celui-ci et la stipule, on ne voit pas de bourgeon. Si on casse le pétiole, on voit une cavité dans sa base; cette cavité est remplie par le bourgeon qu'on voit alors sur la tige, au milieu du point d'où la feuille est sortie. Cette disposition a fait regarder le bourgeon comme intra-pétiolaire. On pouvait cependant s'assurer, en fendant la stipule à l'opposite de la feuille, qu'on arrive librement dans la cavité du pétiole, entre la stipule et la tige; que, par conséquent, le bourgeon est véritablement supra-pétiolaire, comme dans les autres plantes.

Quelques plantes ont plusieurs bourgeons dans une même aisselle. Ainsi, l'*Aristolochia Sipho*, pl. XII, fig. 2, présente trois bourgeons au-dessus l'un de l'autre.

Le *Cucurbita Pepo*, pl. I, présente à l'aisselle trois productions, une vrille, un rameau, un pédoncule; mais elles sont rejetées de côté, par conséquent les ouvertures *d*, *e*, *f*, par où elles sortent, sont extra-axillaires.

Nous ne croyons pas devoir indiquer d'autres détails sur les bourgeons; ce que nous avons dit nous paraît suffisant pour faire comprendre leur mode de formation.

Examinons le mode de formation des organes floraux.

DES FLEURS.

Les organes floraux représentent des expansions *anatomiquement* semblables aux feuilles; ils sont formés par les mêmes fibres vasculaires et ne sont que la dernière extrémité des faisceaux caulinaires; ils complètent la végétation du bourgeon qui a donné naissance à la tige ou à ses divisions. La fleur arrête l'accroissement en longueur; elle ferme, pour ainsi dire, toute issue à la pousse terminale; elle est, selon l'expression de M. Turpin, un bourgeon *terminé*.

L'observation directe montre que les expansions qui constituent la fleur sont formées par les mêmes faisceaux que les feuilles, qu'elles sont créées par le même tissu utriculaire et les mêmes vaisseaux : on rencontre, dans leur contexture, les divers ordres de vaisseaux corticaux et centraux que nous avons observés; on y voit notamment des trachées. Quelques botanistes ont dit que les calices contenaient cette dernière espèce de vaisseaux; mais que la corolle n'en avait pas; d'autres ont, au contraire, refusé des vaisseaux à lames déroulables au calice et en ont accordé à la corolle. Le fait est que, dans les circonstances ordinaires, les deux enveloppes florales sont également munies de trachées.

Non-seulement l'analogie des organes floraux avec les feuilles est prouvée par la composition anatomique, elle est rendue

plus évidente encore par la disposition symétrique des parties, qui est identiquement la même que celle des expansions foliaires. C'est ce que rend sensible le plus léger examen.

La fleur est composée de divers organes, le calice, la corolle, les étamines, le pistil, qui constituent des cercles concentriques et sont formés par des pièces multiples libres ou bien soudées. Ces pièces conservent parfois la symétrie des feuilles opposées ou verticillées; alors l'analogie qui existe entre la disposition des parties florales et les expansions foliacées ordinaires est saisie du premier coup-d'œil; mais ce cas est le plus rare.

L'ordre primitif d'expansion étant abandonné par les fleurs, c'est l'ordre alterne qui est suivi par elles : alors il faut un peu plus d'attention pour observer l'ordre qu'affectent dans leur symétrie les cercles floraux des Dicotylédonés.

On constate d'abord que, dans les cas ordinaires, le nombre des parties d'un cercle est le même que celui d'une spire d'expansions foliaires. Ainsi, le nombre des feuilles constituant une spire est ordinairement de cinq; la division quinaire est celle que présentent le plus communément le calice, la corolle, les étamines des Dicotylédonés.

Mais on ne retrouve pas seulement dans les cercles floraux le nombre des feuilles qui constituent une spirale; on retrouve encore leur arrangement. L'ordre d'évolution des parties est exactement le même que celui des feuilles alternes.

Pour le démontrer, rappelons la disposition de la spirale quinaire du *Cucurbita*, pl. I, fig. 3 (tige), qui nous représente, en quelque sorte, le type fondamental et le plus fréquent de l'alternation, et que pour cette raison, nous avons décrit avec soin; *b* est le faisceau médian de la première feuille, *d* de la deuxième, *a* de la troisième, *c* de la quatrième, *e* de la cinquième. Chaque feuille ayant un faisceau latéral de chaque côté du faisceau median, et le cercle de la tige n'ayant pas assez de faisceaux

pour fournir, sans empiétement, le nombre exigé par deux feuilles, on voit que la première feuille est formée de *a, b, c,* la deuxième de *c, d, e,* la troisième de *e, a, b,* la quatrième de *b,c,d,* enfin la cinquième de *d, e, a.*

Or, d'après cette disposition, on voit que, lorsque les feuilles sont encore rapprochées, lorsque le bourgeon se développe, les feuilles *a, b, c* et *c, d, e* sont les seules dont les fibres occupent une partie de la circonférence qui n'est pas encore occupée par d'autres feuilles; elle ne sont donc pas recouvertes. La troisième feuille *e, a, b,* n'est libre qu'à moitié, son deuxième bord est recouvert par le côté *a, b,* de la feuille *a, b, c,* puisqu'il va chercher la fibre *b,* qui a déjà formé le faisceau médian de la première feuille; les quatrième et cinquième feuilles *b, c, d,* et *d, e, a,* ont les deux bords recouverts, il n'y a que leur nervure moyenne *c* et *e* qui vienne se faire voir entre les feuilles précédentes.

Eh bien! dans le plus grand nombre des cas, cette disposition se retrouve dans les enveloppes florales. Ainsi, dans la rose, deux divisions du calice sont extérieures, et ont les deux bords pinnatifides; la troisième a un bord recouvert, et le bord libre seul pinnatifide; la quatrième et la cinquième ont les deux bords recouverts et sans pinnules. Dans l'*Ipomea*, etc., etc., on trouve une préfloraison qui présente, d'une manière frappante, le même arrangement; il y a donc la plus parfaite similitude entre la disposition des parties du premier verticille floral et celle des feuilles alternes.

La même disposition existe habituellement dans le deuxième verticille, c'est-à-dire dans le verticille corollaire. Si l'on étudie la préfloraison des corolles, on trouve, en effet, dans un grand nombre de plantes, des pétales plus extérieures recouvrant les autres par leurs bords.

Dans le système staminaire, l'arrangement symétrique ne peut ordinairement être constaté, parce que les organes sont

linéaires et sont conséquemment dans l'impossibilité de se recouvrir. Mais nous verrons que les étamines sont, en quelque sorte, des dépendances des expansions qui suivent l'ordre alterne. Il restera donc évident qu'elles ne peuvent suivre un autre ordre.

Dans le système pistillaire, les parties restent le plus habituellement soudées; elles ne peuvent donc montrer leur incombance, mais nous dirons la même chose pour les carpelles que pour les étamines : ils sont formés par les mêmes faisceaux qu'un autre verticille floral; ils en suivent donc la symétrie. D'ailleurs, un fait particulier à la structure de l'ovaire nous fera reconnaître la réalité du développement alternatif des parties. Il ne restera donc pas de doute sur l'arrangement qu'affectent entre elles les pièces qui composent les cercles floraux.

Mais si l'arrangement des parties qui composent chacun des organes floraux paraît semblable à celui des feuilles d'une spire, les relations des pièces de deux cercles d'expansions florales ne paraissent pas semblables à celles qu'ont entre elles les feuilles de deux spires successives.

Une différence fort remarquable semble exister entre les spires florales et les spires caulinaires. Dans ces dernières les pièces qui composent la spire supérieure correspondent respectivement aux pièces qui forment la première, sauf la déviation occasionée par la spiralation des séries elles-mêmes : dans les fleurs, au contraire, les deux spires successives ont les pièces qui alternent. Ainsi, les divisions du calice alternent avec celles de la corolle; les divisions de ce dernier organe alternent avec les étamines, etc. A la vérité, on trouve parfois des pétales opposés aux sépales, des étamines opposées aux divisions de la corolle; mais c'est là l'exception; l'alternation est le cas le plus fréquent et semble la règle.

Or, cette règle presque constante s'explique fort naturellement par la condition dans laquelle se trouvent les fleurs et

les fibres qui constituent le rameau floral ou pédoncule ; rappelons-nous que les plantes à symétrie quinaire ont dix faisceaux : cinq vont constituer directement la spire la plus prochaine, ce sont les faisceaux *b, d, a, c, e, Cucurbita* (tige), pl. I, fig. 1 ; cinq autres, B, D, A, C, E, alternent avec les premiers, qu'ils reconstituent successivement au moment de leur épanouissement, se continuant eux-mêmes pour fournir les éléments de nouvelles expansions. Pour reconstituer les fibres épanouies, les faisceaux réparateurs fournissent une fibre qui va rejoindre une fibre semblable qui vient de l'autre côté de la fibre épanouie ; ces deux fibres se soudent pour former un faisceau unique au-dessus de cette dernière, qu'elles semblent remplacer. C'est là la cause qui fait que les feuilles du même rang se correspondent dans les spires successives. Mais nous avons dit que la fleur est la terminaison de toutes les fibres du cercle caulinaire : toutes s'épanouissent presque simultanément et définitivement, sans nouvelle réparation. Conséquemment, le cercle des fibres immédiatement foliaires (*b,d,a,c,e,*) s'épanouit et forme le calice; elles ne sont pas réparées : le cercle des fibres formant les faisceaux réparateurs (B, D, A, C, E,) s'épanouit directement et forme la corolle. Les pièces de ces deux organes, provenant de fibres alternes, doivent alterner entre elles. Conséquemment la disposition alternative du système calical et du système corollaire est forcée ; elle est la conséquence de la disposition des fibres génératrices et de leur épanouissement définitif.

Mais deux systèmes restent à former : le staminaire et le pistillaire. Si les deux cercles de fibres foliaires s'épanouissent, sans nouvelle réparation, quelles sont les fibres qui formeront les étamines et les carpelles ? Nous avons dit que les fibres foliaires contenaient, non-seulement les éléments de l'expansion foliaire elle-même, mais aussi ceux du bourgeon axillaire ; ce seront ces éléments qui constitueront les deux cercles floraux les plus

intérieurs : la prolongation des faisceaux parenchymateux (*b*, *d*, *a*, *c*, *e*), qui ont formé le calice, produira donc les étamines qui sont opposées aux sépales ; la prolongation des faisceaux parenchymateux (B, D, A, C, E) qui ont produit les pétales, constituera les carpelles. Ceux-ci, qui forment comme la prolongation de l'axe de la tige, sont créés par les fibres les plus profondes, *Cucurbita*, pl. II, fig. 2, *a*. Ainsi, le nombre même des verticilles est un résultat de la constitution du cercle des faisceaux foliaires.

On voit donc que les organes floraux représentent exactement des spires foliaires, puisqu'ils sont constitués par les mêmes fibres, et que l'arrangement des faisceaux foliaires préside à la symétrie des fleurs : il détermine le nombre des pièces de chaque cercle floral, l'arrangement qu'elles affectent entre elles, les relations des parties d'un organe avec les parties de l'organe suivant, enfin le nombre même des expansions concentriques : ainsi les fibres caulinaires sont en nombre double du nombre des feuilles d'une spire; elles doivent donc produire deux spires: la fleur aura deux enveloppes distinctes, le calice et la corolle ; les faisceaux foliaires contiennent les éléments des productions axillaires, la fleur présentera deux rangées de productions intérieures, les étamines et les carpelles ; le nombre des faisceaux de la tige devient habituellement quinaire, la symétrie quinaire sera celle qu'affectera habituellement la fleur ; les faisceaux de la première spire de la tige alternent avec les faisceaux réparateurs, les sépales seront alternes avec les divisions de la corolle ; les productions axillaires sont placées vis-à-vis chaque faisceau, dont elles sont comme la terminaison, les étamines seront placées vis-à-vis les sépales, alternes conséquemment avec les pétales ; les carpelles, vis-à-vis les lobes de la corolle, alternes avec les étamines; les feuilles d'une spire empiètent l'une sur l'autre, de sorte que deux sont libres, la troisième à moitié recouverte, et les deux dernières totalement recouvertes par les précédentes; la même disposition s'observe dans la préfloraison.

Nous rappellerons que nous avons dit que cette disposition n'est pas aussi évidente dans les deux derniers cercles floraux que dans les deux premiers; mais, maintenant que nous savons que les cercles internes sont formés par les mêmes fibres que les externes dont l'épanouissement se fait d'une manière alternative, nous aurons l'entière certitude que le mode d'évolution doit être le même dans les quatre organes concentriques.

La fleur est donc l'expression de la disposition des fibres de la tige; elle est l'expansion complète et finale du cercle vasculaire qui a constitué les feuilles; le nombre des systêmes organiques qui composent la fleur, le nombre des pièces qui composent chacun d'eux, l'arrangement des pièces entre elles, et la disposition qu'elles affectent relativement aux systêmes voisins, sont les conséquences nécessaires de la distribution des faisceaux vasculaires qui entrent dans la composition de la tige.

La symétrie générale que nous exposons ici peut éprouver des modifications.

Il peut arriver que les parties des cercles successifs qui forment la fleur, au lieu d'alterner, soient opposées comme dans les spirales de feuilles; cela peut tenir à ce que leurs fibres se sont formées par anastomoses réparatrices, comme dans les rameaux, ou plus souvent parce que les parties se sont subdivisées, que les parties d'un verticille ont ainsi été doublées, et que, par une cause naturelle, celles qui devaient occuper la position normale se sont oblitérées. Ainsi j'ai montré (1) que dans les Primulacées et les Ardisiacées, les étamines sont opposées aux lobes de la corolle, parce qu'elles sont en nombre double, et que celles qui sont alternes sont réduites à l'état de staminodes ou complètement avortées.

---

(1) Note sur le genre *Samolus*, Mémoires de la Société royale des Sciences de Lille, 1836—1837.

Le système pistillaire présente une anomalie plus fréquente : dans un très-grand nombre de fleurs dont la symétrie est quinaire, l'ovaire ne présente que deux ou trois loges. Mais cette circonstance tient précisément à la disposition des parties : nous avons dit que parmi les cinq feuilles d'une spire, deux seulement ne sont pas recouvertes, une troisième est à moitié recouverte, les deux dernières le sont complètement. Or, dans l'ovaire, les parties constitutives restent unies et accolées, et c'est même à cause de cela que le bourgeon est terminé. Il n'est donc pas surprenant que, fréquemment, les deux parties internes soient complètement oblitérées et disparaissent en entier ; dans ce cas, l'ovaire doit être formé de trois parties seulement ; c'est le cas le plus ordinaire ; si l'expansion à demi recouverte disparaît aussi, ce qui arrive parfois, le fruit sera formé de deux carpelles, qui représenteront les deux expansions entièrement libres. L'exception offerte par le système carpellaire est donc une confirmation de la règle : elle dépend de l'arrangement symétrique des parties. Aussi disions-nous plus haut que, bien que les phylles de l'ovaire ne montrent pas d'une manière visible l'arrangement qu'on voit dans le calice, certaines circonstances d'organisation du pistil annonceraient que les expansions qui le composent sont disposées comme celles du premier verticille floral.

Nous n'entrerons pas dans l'étude spéciale des dispositions exceptionnelles que peuvent présenter les fleurs. Nous n'étudierons pas les irrégularités que causent les avortements, les soudures, les développements insolites des pièces d'un verticille, ou les réunions de plusieurs verticilles entre eux. Il nous suffit de prouver que les lois qui président à l'arrangement des feuilles déterminent aussi la symétrie des organes floraux, et de montrer d'une manière générale que c'est à l'étude anatomique des faisceaux caulinaires qu'il appartiendra d'expliquer les anomalies de certaines fleurs, et de terminer les discussions

qui parfois se sont élevées entre les botanistes, pour établir le diagnostic des organes floraux. Par exemple, lorsque la fleur n'a qu'une enveloppe, ce sera par l'observation directe qu'on découvrira si elle représente un calice, si elle représente une corolle, si elle est produite par la soudure du calice et de la corolle, ou enfin si cette enveloppe, qu'on dit unique, comme dans les Monocotylédonés, n'est pas réellement formée par deux spires ou par la totalité des faisceaux pédonculaires, si elle ne constitue pas, par conséquent, les deux téguments d'une fleur habituellement diplostémone.

Notre plan ne nous permet pas d'entrer dans ces détails.

Nous rappellerons seulement un fait relatif aux fleurs irrégulières, fait qui trouve encore son explication dans l'arrangement des feuilles. Nous avons dit que certaines fleurs, dont les calices ou les corolles sont irréguliers, montrent les parties qui composent ces organes disposées en sens inverse dans deux fleurs voisines. Cela tient à ce que les feuilles empiètent quelquefois en sens inverse les unes sur les autres, de manière que les spirales peuvent tourner contrairement dans deux tiges ou deux rameaux de la même plante.

Nous avons terminé l'étude de l'organisation des Dicotylédonés. Nous croyons utile d'entrer dans quelques considérations physiologiques sur la manière dont s'opère la nutrition de toutes les parties dont nous avons vu les évolutions successives : nous allons donc consacrer quelques lignes à étudier, dans son ensemble, la nutrition des végétaux dont nous nous sommes occupés jusqu'à présent.

CONSIDÉRATIONS SUR LA NUTRITION.

En étudiant la structure de chaque partie, nous avons indiqué le mode d'accroissement de chacune, mais nous n'avons pas dit comment se créent les parties nouvelles, et nous

n'avons pas étudié la nutrition. Nous allons entrer dans quelques considérations sur ce sujet encore fort obscur.

Absorption.

Le végétal puise les sucs nutritifs dans les liquides et les gaz ambians.

Les racines sont l'organe le plus important de l'absorption.

L'absorption des racines est facile à prouver : si on plonge la racine d'une plante dans un liquide coloré, ce liquide se retrouve bientôt dans la tige. Si on coupe une racine et qu'on y adapte un tube plein d'eau et plongé par son extrémité inférieure dans une cuvette pleine de mercure, l'eau est absorbée et le mercure monte dans le tube.

C'est par les extrémités que les racines absorbent principalement les sucs nutritifs : si on plonge une racine pivotante dans un liquide, en recourbant l'extrémité de manière qu'elle soit hors du liquide, la plante absorbe fort peu. Les arbres épuisent le terrain loin de leur tronc, etc.

Ce sont les *spongioles*, ampoules cellulaires placées aux extrémités capillaires des racines, qui opèrent l'absorption. Cette fonction s'exerce en vertu de la contractilité des tissus, car elle cesse après la mort du végétal. Elle est excitée par la chaleur, l'électricité, la densité de l'atmosphère, etc.

Les racines absorbent sans discernement les substances qui sont à leur portée : ce sont principalement l'eau, les gaz et autres substances qu'elle tient en dissolution. L'agent le plus important de la nutrition des végétaux est le gaz acide carbonique imprégnant la terre, répandu dans l'atmosphère, fourni par les engrais, etc.; les sels terreux absorbés sont très-peu importants.

Les feuilles, les tiges, etc., peuvent absorber les sucs nutritifs comme les racines; un rameau, une feuille plongés dans

l'eau, absorbent ce liquide et suffisent pour entretenir la fraîcheur de la plante pendant un certain temps.

Ascension de la sève.

Les sucs aqueux absorbés par les parties diverses s'élèvent dans la plante et constituent la *sève*.

La contraction des tissus est la cause de l'ascension de la sève, car lorsqu'on coupe une tige dont les sucs sont colorés, on voit très-nettement que les sucs ont un cours intermittent, et que par intervalle ils s'écoulent plus abondamment et plus rapidement.

La sève monte dans la tige principalement par le système central, car lorsque la plante est plongée dans un liquide coloré, les traces du liquide absorbé se trouvent dans le système central; si on enlève un anneau d'écorce, le végétal continue de vivre et de croître pendant toute la saison; si une portion de tige ou de rameau dépouillée d'écorce est plongée dans l'eau, la vie s'entretient; si, le bois étant enlevé, l'écorce seule plonge dans l'eau, il n'y a point d'absorption.

Les liquides montent par les parties les plus jeunes; cependant, dans les arbres dont le bois est tendre, la sève paraît traverser toutes les parties; quelques expérimentateurs ont dit qu'elle monte principalement par le centre, ils croient qu'elle sort avec plus d'abondance lorsqu'on perce cette partie.

On est peu d'accord sur les organes qui servent à l'ascension de la sève. Les vaisseaux trachéens, les utricules, les méats inter-utriculaires, ont été regardés tour-à-tour comme les voies que suivent les sucs nutritifs.

Il est peu probable que les vaisseaux trachéens servent à l'ascension de la sève: quand on coupe une tige transversalement, on ne voit pas les liquides sortir par les vaisseaux; ils paraissent vides; si on fait la section dans l'eau, on voit des

bulles d'air sortir par leur orifice. Si on fait le vide au-dessus de la section d'une tige, les vaisseaux laissent échapper de l'air, et cet air est plus oxigéné que l'air atmosphérique. D'ailleurs les vaisseaux ne paraissent pas communiquer avec les utricules, et cependant celles-ci sont pleines de liquide; ils sont peu anastomosés entre eux, et cependant la sève se répand facilement dans toutes les parties, car si on fait des entailles successives à un arbre, si on coupe à la base un tronq greffé supérieurement avec d'autres, la sève arrive néanmoins dans toutes les parties.

On dit, pour prouver que les liquides parcourent les vaisseaux, que quelquefois on voit dans ces tubes une bulle d'air, qui ne paraîtrait pas si elle n'était pas placée au milieu d'un liquide, mais on peut croire que les liquides pénètrent accidentellement dans les vaisseaux qui ont éprouvé une solution de continuité; on peut croire aussi que le vaisseau est appliqué sur une partie humectée, excepté en un point, de sorte que dans toute son étendue il paraîtra plein de liquide, et qu'il semblera contenir une bulle d'air au point resté libre.

On dit encore que les liquides colorés paraissent pénétrer dans les vaisseaux, puisqu'ils leur donnent leur couleur; mais la coloration peut être extérieure; d'ailleurs les liquides colorés sont ordinairement privés d'air, ils peuvent, dans cette circonstance, empêcher l'air d'arriver dans les vaisseaux et y pénétrer eux-mêmes; en effet, lorsque les liquides colorés peuvent se charger d'air, comme lorsqu'ils pénètrent dans les plantes, après avoir été répandus sur le sol, ils ne pénètrent pas dans les vaisseaux, bien qu'ils arrivent dans les tissus.

On peut donc regarder comme probable que les vaisseaux trachéens ne servent pas à la circulation de la sève. C'est par analogie avec ce qui se passe dans les vaisseaux propres qu'on a pensé le contraire.

Les utricules ne peuvent pas non plus servir à la transmis-

sion rapide du liquide, car elles n'ont point de communications directes; elles ne sont perméables que par hygroscopicité. Elles sont pleines de liquide, et les liquides y éprouvent un mouvement de rotation (cyclose); mais il ne paraît pas que la circulation générale puisse s'opérer par les utricules.

Les méats interutriculaires semblent les voies que suit le torrent de la circulation : c'est dans ces intervalles que se répandent les liquides colorés; ces méats existent toujours, tandis que certains acotylédonés, certaines plantes aquatiques, certains organes n'ont point de vaisseaux, et sont cependant pénétrés par les sucs nutritifs; les spongioles n'ont point de vaisseaux et absorbent néanmoins les liquides; les méats des cordons pistillaires conduisent les granules polliniques jusqu'à l'ovale; on peut croire par analogie que les autres méats sont aussi des canaux ouverts aux liquides.

Les liquides absorbés, transportés dans les diverses parties des plantes, y subissent diverses élaborations.

Élaborations de la sève.

Les principes constitutifs des liquides séveux sont modifiés par la transpiration, la respiration, les sécrétions.

La *transpiration* les débarrasse d'une grande quantité d'eau : Si on place une plante dans un vase vernissé, hermétiquement fermé, et disposé de manière qu'on puisse y verser de l'eau, on observe, surtout pendant les journées chaudes, que la plante perd considérablement de son poids; le liquide ne peut sortir du vase, il s'est donc échappé par transpiration. Si on recouvre la plante d'une cloche de verre, on recueille une grande quantité d'eau, que la transpiration a seule pu fournir. On évalue que la plante conserve à peine le tiers de l'eau qu'elle a absorbée; les organes de la transpiration sont les stomates.

La *respiration* des plantes modifie les principes puisés dans

les milieux ambiants. Elle a pour but d'absorber le gaz acide carbonique, de le décomposer, et d'exhaler l'oxygène, le carbone restant dans le végétal. L'acide carbonique est puisé dans l'atmosphère par les feuilles, absorbé avec l'eau par les racines : il est décomposé par les parties vertes du végétal, sous l'influence de la lumière directe du soleil.

La décomposition de l'acide carbonique et l'exhalation de l'oxygène sont prouvées par les faits suivants :

Les feuilles placées dans une cloche renversée et pleine d'eau, contenant de l'acide carbonique, dégagent de l'oxygène au haut du vase, si elles sont exposées à la lumière solaire ;

Elles n'en dégagent pas, si l'eau est privée d'acide carbonique par ébullition, etc.

Elles n'en dégagent pas, si l'eau contient de l'oxygène pur. Elles en dégagent davantage si l'eau est saturée d'acide carbonique ;

Elles n'en dégagent pas, si l'eau ne contient que du carbonate de chaux ;

Elles en dégagent, si on ajoute un acide qui décompose le carbonate et met l'acide carbonique à nu ;

Elles en dégagent, si elles sont dans un vase plein d'eau distillée, mais placé sur la même cuvette qu'un autre vase plein d'eau carbonisée. Celui-ci perd de son acide carbonique.

Enfin les feuilles dégagent de l'oxigène, si l'eau dans laquelle elles sont placées contient de l'acide gallique qui ne diffère de l'acide carbonique que par une proportion plus grande de carbone.

L'acide carbonique puisé par les racines est décomposé comme celui absorbé par les feuilles.

A l'ombre, l'oxygène est absorbé ; il peut se combiner avec les principes du végétal dans lesquels le carbone est en excès ; il transforme ce carbone en acide carbonique, qui sert à la nourriture du végétal. Les parties non vertes du végétal, comme les raci-

nes, ont besoin d'oxygène; lorsque la terre ne contient plus de gaz qui puissent se combiner avec l'excès de carbone apporté par la sève descendante, la plante ne végète plus; les branches avant le développement des feuilles, les boutons des fleurs, les graines en germination, absorbent l'oxygène.

Par les fonctions respiratoires, les sucs végétaux changent de nature et deviennent propres à la nutrition.

Les *sécrétions* diverses modifient aussi les sucs végétaux en enlevant certains principes, ou en reversant certains composés dans le torrent circulatoire. Les appareils glandulaires opèrent les sécrétions: les vaisseaux propres, peut-être, concourent au même but. Ainsi les sucs séveux sont débarrassés de l'excès d'eau qui les compose par la transpiration, et subissent des changements dans la proportion des éléments qui les constituent, par la respiration et les sécrétions.

Ce sont les feuilles qui sont les principaux organes de la transpiration et de la respiration. Pour prouver cette vérité, aux faits précédents nous ajouterons qu'un végétal continuellement dépouillé de ses feuilles ne peut vivre. Cependant les liquides peuvent être modifiés dans tout leur parcours : les vaisseaux trachéens peuvent les mettre en contact avec les gaz nécessaires aux transformations des sucs séveux, ou recueillir ceux que les décompositions internes mettent en liberté. Les utricules jeunes sont réellement le siége d'un travail, puisque dans leur premier âge elles sont verdâtres, que les liquides y ont un mouvement de cyclose, qu'elles se solidient, et que, constituant d'abord l'aubier, elles se changent définitivement en bois. Les parties plus anciennes peuvent en même temps être douées d'assez d'activité vitale pour créer de nouveaux tissus, puisque des faisceaux peuvent se former au centre après le développement des faisceaux primitifs, que lorsqu'on fait une incision annulaire à la base de la tige, il se forme une couche, quoique très-mince, sur la surface du système cen-

tral, et que même, dans la partie dénudée, les plus récentes couches de l'aubier sont susceptibles de reproduire l'écorce, pourvu qu'elles soient bien garanties. Ce dernier fait cependant n'est pas bien certain, car l'écorce nouvelle peut être formée par la couche gélatineuse qui descend des parties supérieures, comme nous le dirons bientôt.

Mais, quoique la sève ascendante puisse être élaborée dans le système central et fournir les matériaux propres à une création directe de nouveaux tissus, on peut dire que le plus grand travail d'élaboration est opéré par les feuilles, et que la plus grande masse de la sève, riche en éléments nutritifs, descend par l'écorce.

Descension de la sève.

Une expérience simple prouve que les liquides élaborés descendent par l'écorce : si on fait à la base d'un tronc une incision annulaire, la lèvre supérieure se gonfle, forme un bourrelet, s'alonge, rejoint la lèvre inférieure et se soude avec elle, pourvu que l'incision soit étroite; si l'incision est trop large pour que les lèvres de la plaie puissent se rejoindre, l'arbre meurt parce que les racines ne reçoivent plus de sève élaborée. La mort de l'arbre est effectivement due à l'interruption du cours descendant de la sève, puisque si l'incision était faite à une branche, on pourrait faire vivre celle-ci pendant plusieurs années, en prenant le soin d'abriter la plaie.

Il s'agit maintenant d'indiquer les voies que suit la sève descendante : sont-ce les vaisseaux propres, ou les méats ou les utricules du système cortical, qui servent à la transporter ? Ici nous trouvons la même obscurité que celle que nous avons rencontrée quand nous avons étudié le cours de la sève ascendante.

Quelques personnes ont pensé que la sève élaborée circulait dans les vaisseaux propres.

Dans les plantes qui ont des sucs colorés, on voit que ces sucs parcourent les vaisseaux propres avec une grande vélocité. Si les sucs colorés constituent la sève descendante, nommée *cambium*, ou *latex*, nul doute que les sucs descendants suivent les vaisseaux propres : mais les sucs colorés ne se rencontrent que dans un petit nombre de plantes ; ils vont en s'épaississant et en prenant une couleur plus intense depuis les pousses nouvelles jusqu'aux racines, quoique les couches de *cambium* épandu restent semblables ; enfin les parties qui s'organisent ne partagent pas la couleur des sucs propres. Conséquemment, les vaisseaux propres ne paraissent pas chargés de conduire le *cambium*; s'ils sont chargés de transporter les sucs descendants; ils ne fournissent à la nutrition que les parties les plus ténues; ils retiennent les principes trop avancés, ils seraient ainsi excrémentitiels et retiendraient les principes trop élaborés, tandis que les vaisseaux trachéens recevraient les gaz qui se dégagent pour faire arriver les sucs à un état d'élaboration plus avancée.

Certains sucs propres, trop chargés de carbone, arrivés aux racines, y fournissent les matières des excrétions ; certains y peuvent subir des décompositions qui les rendent propres de nouveau à la nutrition ; ils deviendraient alors récrémentitiels, comme les gaz des vaisseaux trachéens, dans lesquels l'oxygène domine, peuvent servir à leur tour à des décompositions et être aussi récrémentitiels : ces faits sont encore obscurs et hypothétiques.

Quoi qu'il en soit, les vaisseaux propres ne paraissant pas les organes directs de la circulation du cambium, ce sont les méats de l'écorce qui semblent le chemin que suit la sève descendante.

C'est la partie la plus interne de l'écorce ou *liber*, et la portion corticale de la zone encore parenchymateuse et non lignifiée, qui servent plus spécialement au transport de la sève élaborée, car si on enlève les couches extérieures la nutrition du végétal ne se trouve nullement altérée.

Ainsi les sucs les plus abondants circulent dans les parties

les plus extérieures du système central et les plus internes du système cortical, et ce sont les parties parenchymateuses de l'un et l'autre système, qui ont le plus d'activité vitale. C'est entre elles que s'exhale le cambium qui forme la couche gélatiniforme qui bientôt remplacera les couches parenchymateuses devenues plus solides.

Formation des parties.

C'est la sève élaborée qui, en se concrétant, formera les parties nouvelles. Mais le cambium, avant de s'organiser, doit subir une élaboration dans les utricules ou les autres tissus; car si la sève élaborée dans les parties supérieures s'organisait directement, le tissus serait identique dans toutes les parties, ce qui n'est pas; et de plus, si on greffait une espèce sur une autre, le bois du sujet qui porte la greffe deviendrait semblable à celui de la greffe, puisque c'est celle-ci qui élaborerait la sève; or, cela n'est pas: si on greffe une ou plusieurs espèces sur un sujet, à la suite l'une de l'autre, ou sur des branches distinctes, les bois respectifs conserveront toujours leurs caractères.

Le cambium contient un grand nombre des corpuscules arrondis, muqueux, transparents, molécules vivantes qui constituent la globuline, et qui, s'agglutinant, forment des lamelles et bientôt des utricules et des vaisseaux, en un mot, des tissus semblables à ceux qui leur ont donné naissance.

Cette couche, nouvellement créée, est principalement formée par les tissus alimentés par la sève élaborée, conséquemment par la partie corticale de la zone parenchymateuse placée entre le bois et l'écorce; la portion centrale peut bien contribuer à la former, mais moins abondamment, parce que le système central contient des sucs moins riches; lorsqu'on fait une incision annulaire, la partie centrale forme, à la vérité, des productions à la surface, mais infiniment moins développées; et si, lorsque l'écorce d'une

partie est enlevée, le bois paraît régénérer l'écorce, mais celle-ci peut être formée par la matière organisatrice qui descend des parties supérieures et s'étend sur le bois dénudé.

La couche régénératrice formé par les tissus les plus récents, à mesure qu'ils reçoivent la sève la plus nutritive, semble devoir se former de bas en haut; dans l'incision annulaire, on voit le tissu nouveau et transparent descendre de la lèvre supérieure vers l'inférieure. C'est cette disposition qui a fait naître l'opinion de M. Dupetit-Thouars, qui a pensé que les fibres étaient produites par les bourgeons, et venaient des parties supérieures pour s'étendre jusqu'aux racines.

La couche gélatiniforme jouit déjà d'une vie propre, puisque, dans l'incision annulaire, il suffit que cette couche rejoigne la lèvre inférieure, pour que les communications de la partie supérieure de la tige et des racines se rétablissent, et que la vie de la plante soit assurée. Elle concourt donc elle-même au mouvement des fluides nutritifs.

Ainsi l'on peut concevoir la vie de l'arbre concentrée dans la zone encore parenchymateuse, placée entre l'aubier et les couches corticales solidifiées : les sucs ascendants traversent la partie centrale de cette couche, la sève élaborée descendent par la partie corticale; les tissus parenchymateux, mais surtout les parties corticales élaborent les matières qui s'épanchent entre les deux zones et constituent une nouvelle zone parenchymateuse qui jouit immédiatement d'une vie indépendante. Ceci n'est point une fiction, car dans le principe, lorsque le végétal n'a encore que des faisceaux parenchymateux, il est précisément dans la situation où nous le supposons.

Nous terminons ici l'étude des dicotylédonés. Nous passons à celle des Monocotylédonés.

STRUCTURE DES MONOCOTYLÉDONÉS.

DES TIGES.

Description et disposition des parties.

Les éléments organiques des Monocotylédonés sont identiquement les mêmes que ceux des Dicotylédonés. Leurs tissus utriculaires et vasculaires sont semblables, et offrent les mêmes modifications.

Ainsi, le tissu utriculaire des Monocotylédonés présente les deux états principaux que nous avons décrits dans les Dicotylédonés : il est tantôt *médullaire*, Ex. : *Aloe fruticosa*, pl. XVI, fig. 8, A; *Dracæna Draco*, pl. XIX, fig. 6, B, etc.; tantôt il est *parenchymateux*, c'est-à-dire à utricules formées de parois épaissies et ne conservant qu'un vide central qui a l'apparence d'une ponctuation; Exemple le *Palmier* figuré à la pl. XX, fig. 7, A; fig. 8, A; fig. 9, *a*; fig. 10, *a*; fig. 11, *a*; fig. 13.

Le tissu utriculaire présente les mêmes formes que dans les végétaux dicotylédonés; les utricules sont hexagonales, Ex. : *Aloe fruticosa*, fig. 8 A; d'autres fois alongées, fig. 8 B, etc., etc.

Les vaisseaux subissent pareillement les modifications que nous avons décrites précédemment : ainsi, l'on trouve dans les Monocotylédonés des trachées à lames écartées et uniques, des trachées à lames multiples, à lames serrées, à lames légèrement anastomosées; des vaisseaux fendus, des vaisseaux à pores réguliers, irréguliers, etc.

Par exemple, la coupe verticale d'une fibre du *Palmier* représenté pl. XX, fig. 12, offrira une trachée, G, à lame écartée, peu apparente; une trachée, F, à lame plus épaisse et plus visible; une trachée, E, à lames serrées, partiellement anastomosées; un vaisseau ponctué, D, à ponctuations encore

alongées, souvent disposées régulièrement en lignes transversales, parfois cependant irrégulièrement distribuées. Ces vaisseaux vont en augmentant de diamètre, comme dans les fibres des Dicotylédonés.

L'*Aloe fruticosa*, pl. XVI, fig. 7 et 8, montre aussi les diverses espèces de vaisseaux; de même le *Dracœna Draco*, pl. XIX, fig. 8, 9.

Nous n'avons donc pas besoin de nous arrêter sur ce point, puisque nous avons décrit avec soin toutes les particularités offertes par les tissus élémentaires. Nous renvoyons donc à la description que nous en avons faite.

La seule chose essentielle que nous voulions constater, c'est l'identité des tissus qui forment les plantes des deux grandes classes qui partagent le règne végétal. Les différences qu'elles présentent consistent dans la disposition des parties et le mode d'accroissement; c'est sur ces objets que nous allons nous arrêter plus spécialement.

L'aspect que présente la tige des végétaux ligneux de la classe des Monocotylédonés est bien différent de l'aspect offert par les arbres dicotylédonés.

Dans les Monocotylédonés on ne voit pas une médulle centrale, régulièrement circonscrite par un cercle de vaisseaux; des rayons médullaires rectilignes, divergeant vers la circonférence, naissant dans la partie centrale, ou prenant origine dans les segments de la tige déterminés par les premiers rayons, les divisant et les subdivisant en devenant de plus en plus nombreux, à mesure que la circonférence devient plus grande.

On ne voit plus un système central formé de couches concentriques enveloppant successivement, d'année en année, celles qui se sont formées avant elles.

On ne voit plus surtout une zone interstitielle, dans laquelle s'opère exclusivement tout l'accroissement, et qui se trouve interposée entre la portion centrale et la corticale, de manière

que les parties nouvelles de l'écorce repoussent toujours les zones anciennes en-dehors, tandis que les couches nouvelles du bois renferment au centre les productions ligneuses qui les ont précédées.

Dans les Monocotylédonés les fibres sont dispersées sans ordre au milieu d'un tissu médullaire abondant; les fibres centrales sont écartées, souvent plus pâles et plus tendres; au-dehors les fibres sont plus dures, plus fermes, plus colorées, entrecroisées, et constituent une zone d'une densité souvent extrême.

Plus extérieurement encore, on trouve une couche assez irrégulière de fibres fines, paraissant encore non vasculaires, et recouvertes par la médulle externe plus ou moins épaisse, avec laquelle elles ont des connexions.

Pour étudier avec détail la tige des Monocotylédonés, prenons le *stipes* d'un Palmier, dont la structure sera, pour ainsi dire, le type de celle des végétaux monocotylédonés: toutes les parties seront, en effet, bien visibles, et l'arrangement qu'elles offriront par suite d'un long accroissement facile à constater.

Ce sera, par exemple, le Palmier rouge, que le commerce de Paris reçoit du Brésil, et avec lequel on fait des cannes et autres objets de tabletterie. La pl. XXI, fig. 1, nous présente une coupe transversale et une coupe verticale de ce *stipes*.

Ces coupes nous feront voir les objets suivants:

1.° A l'extérieur une couche médullaire *a, a*, recouverte par l'épiderme, et représentant la médulle corticale des Dicotylédonés.

2.° Plus en-dedans une couche *b, b*, formée de fibres, les unes capillaires, les autres un peu plus grosses, d'autres enfin d'un diamètre encore plus grand, toutes se ramifiant et s'anastomosant.

3.° Plus en-dedans encore, une couche épaisse, *c, c*, formée par des faisceaux très-gros, très-serrés, d'un rouge très

foncé, formant la partie la plus dense, la plus solide et la plus colorée de la tige.

Les fibres extérieures de cette couche sont d'un diamètre plus petit que les plus intérieures, de sorte qu'elles se nuancent, pour ainsi dire, avec la couche fibreuse extérieure.

La direction générale de ces fibres est légèrement convergente vers le centre; mais on en voit un certain nombre *g*, *h*, *i*, qui croisent les autres, en se portant en-dehors vers le point où s'insèrent les feuilles.

4.° Enfin le centre de la tige est rempli par les fibres *e*, *e*, d'un très-grand diamètre, pâles, moins dures que celles qui constituent la zone corticale, distantes les unes des autres, et disséminées dans un tissu médullaire, *f*, *f*, abondant, lâche, à utricules vides et grandes.

Le Palmier *noir* du commerce de Paris présente une organisation semblable; la couche fibreuse extérieure est seulement moins épaisse; les fibres sont colorées en noir.

Le Palmier-Doum (*Cucifera Thebaica*, Delile) a aussi une organisation pareille, mais la couche fibreuse extérieure est épaisse; la couche qu'elle recouvre est peu dense, elle ne forme pas une zone fort nette. Elle se distingue peu de la partie centrale, parce que ses fibres deviennent, d'une manière insensible, moins serrées, et que la distance qui sépare les fibres centrales entre elles n'est pas beaucoup plus grande que celle qui existe entre les fibres extérieures. Toutes ces fibres enfin ont aussi généralement la même couleur : elles sont roussâtres.

Un petit palmier à fibres noires que j'ai reçu, sans nom, du professeur Desfontaine, présente une organisation toute pareille à celle des deux premiers que j'ai mentionnés. La planche XX, fig. 1, en offre une coupe transversale et verticale; elle présente la couche médullaire externe, *a*, *a*; la couche formée de petites fibres peu serrées et d'un diamètre inégal, *b*, *b*; le cercle dense formé de fibres dures, serrées et colorées, dont les extérieures

sont moins grosses; les faisceaux centraux plus gros et plus pâles, *e*, *e*, disséminés dans un tissu médullaire *f*, *f*, lâche et abondant; on voit enfin que dans la zone dense les fibres *g*, *h*, *i*, croisent les autres en se portant en-dehors.

Telles sont les différentes fibres qui constituent les zones diverses qui composent le *stipes* des palmiers, et qui nous apparaissent lorsque nous en faisons une section transversale.

Nous devons maintenant étudier leur structure anatomique; puis nous devrons chercher à savoir comment elles naissent et se terminent; quelle est leur direction générale; comment elles se développent; quels changements elles éprouvent dans tous les points de leur étendue, et à toutes les époques de leur végétation, car c'est par ce moyen que nous pourrons connaître la véritable structure des Monocotylédonés et leur mode d'accroissement.

Les fibres les plus fines ne paraissent formées que de tissu parenchymateux.

Les fibres moyennes commencent à contenir quelques vaisseaux peu visibles à l'œil nu.

Les fibres extérieures de la zone compacte (petit Palmier noir), pl. XX, fig. 11, qui sont moins volumineuses que celles qui forment la partie intérieure de cette zone, sont formées par un tissu parenchymateux, *a*, dont les utricules sont tout-à-fait comblées, noires; du coté interne, vers le bord on remarque un point blanchâtre, qui est constitué par la partie vasculaire; parmi les vaisseaux, l'un, *c*, est ponctué, ou rayé, d'un diamètre plus grand que les autres, *d*, qui sont très-petits, annulaires ou spiraux. La partie vasculaire est entourée presque complètement par la partie parenchymateuse; la fibre est entièrement entourée de tissu médullaire, *e*, à utricules blanches, lâches, vides.

Si on examine une fibre plus intérieure, fig. 10, on verra la même structure; mais la partie vasculaire est plus développée; le vaisseau, *c*, est d'un diamètre plus grand; la partie

parenchymateuse, *a*, n'entoure plus complètement la portion vasculaire; entre ces deux parties est une ligne, *b*, qui paraît plus pâle et moins consistante.

Les fibres qui avoisinent plus le centre, fig. 9, ont la partie vasculaire encore plus apparente, dégagée du côté interne de la partie parenchymateuse; celle-ci est rousse ou partiellement noire; la portion *b*, qui se trouve entre le parenchyme et les vaisseaux, présente un vide, causé par la déchirure d'un tissu mal formé que la dessiccation a fait disparaître.

Les fibres du centre, fig. 8, nous présentent un tissu parenchymateux A, moins grand proportionnellement à la masse vasculaire, pâle, à utricules présentant un vide plus ou moins marqué; celles qui avoisinent les vaisseaux sont seules comblées; la partie vasculaire est plus développée; les vaisseaux rayés, C, plus gros et multiples; les vaisseaux annulaires et spiraux, plus gros aussi, unis par un tissu utriculaire, ponctué, alongé. Au-delà des vaisseaux ponctués, sont encore des vaisseaux spiraux D'; la partie B placée entre les vaisseaux et le parenchyme solide est en partie détruite. Quelquefois, comme dans la fig. 7, elle est complètement détruite et laisse un grand vide B.

Ces fibres, dans lesquelles les utricules du tissu parenchymateux sont imparfaitement comblées, montrent que ce tissu se nuance avec le tissu médullaire.

Le tissu parenchymateux, qu'on voit très-grossi dans la fig. 13, doit l'épaississement de ses parois à un dépôt qui se forme sur sa face interne; les utricules qui avoisinent les vaisseaux et qui sont presque entièrement remplies, ont une ponctuation noirâtre au centre, qui est un très-petit vide dont la surface est granuleuse : le vide devient beaucoup plus grand dans les utricules extérieures; cependant vers la partie externe il en est encore qui sont presque pleines.

Le tissu utriculaire qui unit les vaisseaux entre eux, et qui est très-grossi dans la fig. 14, est aussi formé d'utricules alon-

gées, ponctuées, à parois solides, opaques vers les vaisseaux, non à cause qu'une substance déposée en épaissit les parois comme dans le tissu parenchymateux, mais parce que en ces points elles sont petites, irrégulières, et comprimées par les vaisseaux.

La coupe verticale d'une fibre, fig. 12, en nous faisant voir les parties sous un nouvel aspect, nous fera constater tous leurs caractères, et nous fera bien apprécier leurs dispositions respectives.

A l'extérieur est le tissu médullaire A, A, dont les utricules sont lâches, hexagonales, etc.

Puis en allant de la partie interne vers l'extérieur, on voit la trachée G, dont la spirale est peu visible, la trachée F à lame opaque et plus serrée; le vaisseau annulaire, E, qui n'est qu'une trachée à lames rapprochées, et présentant quelques anastomoses; puis le grand vaisseau D, qui présente des ponctuations ou alongées ou arrondies, plus ou moins larges, paraissant souvent formées de deux lignes noires concentriques à cause de l'épaisseur de la lame, quelquefois rangées en lignes transversales régulières, quelquefois irrégulièrement distribuées. Tous les vaisseaux sont séparés par un tissu utriculaire alongé, *c'*, *c'*, *c'*, *c'*. Entre les vaisseaux et le parenchyme, est une partie, *c*, transparente, qui est l'insterstice dans lequel ont été créées successivement toutes les parties; enfin la masse du parenchyme B est formée d'utricules alongées, mais à parois épaisses.

On voit d'après cela que les faisceaux vasculaires des Monocotylédonés, même les plus avancés, sont tout-à-fait semblables aux faisceaux isolés des tiges annuelles, comme ceux du *Bocconia*, du *Chelidonium*, etc.; ils sont formés des mêmes parties, et ces parties sont exactement disposées dans le même ordre: les trachées sont intérieurement, puis viennent les vaisseaux annulaires, ponctués, etc. La masse parenchymateuse, enveloppant d'abord les vaisseaux trachéens, et contenant les vaisseaux propres dont les parois ne sont pas visibles, est rejetée

en-dehors, et la ligne qui la sépare de la masse vasculaire est constituée par un tissu incomplètement formé. Il faut noter cependant que les fibres des Monocotylédonés n'étant pas fixées dans un cercle régulier, éprouvent parfois un mouvement de torsion, qui fait que les vaisseaux trachéens ne sont pas précisément placés du côté du centre. Mais cela n'est qu'accidentel. Ainsi les fibres des stipes ligneux, dans tous les temps, restent isolées et arrondies, et réunissent les éléments des deux systêmes. C'est là le fait fondamental de la structure des Monocotylédonés; ce fait, je l'ai énoncé il y a long-temps, lorsque je disais (1) que le systême central et le systême cortical n'étaient pas distincts dans les Monocotylédonés, et que les fibres qui constituaient *le stipes* contenaient, à toutes les époques de l'accroissement, les vaisseaux corticaux et ceux qui composent le systême central.

Mais nous aurons à revenir sur ce point en étudiant l'accroissement des Monocotylédonés: nous passons donc à l'étude du mode de développement de ces végétaux.

Accroissement.

Nous avons étudié anatomiquement les fibres dans tous les états dans lesquels elles se trouvent; nous devons les suivre dans les diverses phases de leur développement; nous devons voir comment elles naissent et se terminent, quelles transformations elles subissent, aux diverses époques de l'accroissement, quelle direction elles suivent, comment elles se régénèrent. Ce n'est qu'alors que nous concevrons la structure des Monocotylédonés et leur mode de développement.

Si l'on examine avec attention les fibrilles qui composent la

---

(1) Mémoires de la Société royale des Sciences de Lille, 1823; *Botanographie élémentaire*, 1826.

couche externe des palmiers, pl. XX, fig. 1 *a*, et pl. XXI, fig. 1, *a*, on voit qu'elles naissent des grosses fibres qui viennent du centre ; elles en sortent au moment où les fibres centrales vont s'échapper pour former les feuilles ; ainsi la fig. 3 de la pl. XX, nous montre une fibre, *a*, qui, pour aller s'épanouir en feuilles, croise les fibres, *b*, qui composent la zone compacte, et, avant de sortir de la couche fibreuse, elle fournit un nombre plus ou moins grand de fibrilles.

D'autres fibrilles semblent sortir de la couche médullaire externe : ainsi la fig. 5 de la pl. XX, représente une portion de cette couche, vue par la face interne ; *c* est une fibrille qui en sort.

La fig. 6 de la même planche représente une section de la couche médullaire vue dans le sens de son épaisseur ; *c* est une fibrille qui sort de la médulle ; elle paraît provenir du point où s'épanouit la fibrille *b*. D'autres fibrilles qui sortent de cette couche paraissent être la continuation de fibrilles, comme *a*, qui semblent se plonger dans la médulle pour en sortir, et cela, parce que, dans les tiges sèches, la médulle extérieure est inégalement détachée de la couche fibreuse.

Quoi qu'il en soit, que les fibrilles viennent de la couche médullaire elle-même, qu'elles soient fournies par la dernière extrémité des fibres qui s'épanouissent, ou qu'elles soient la continuation de fibres qui ont seulement une adhérence plus profonde avec la médulle, toujours est-il qu'il y a des fibrilles qui sortent de la partie médullaire externe.

Les fibrilles de la couche extérieure se réunissent ; les rameaux résultant de leurs anastomoses reçoivent successivement de nouvelles fibrilles, comme *a*, *a*, fig. 3, pl. XXI, et à leur tour donnent des fibrilles qui iront se joindre aux voisines, comme *b*, *b* ; de manière qu'elles constituent une sorte de classe formée de fibres anastomosées de toutes façons.

Il arrive que ces fibrilles qui sortent de la médulle ou de

fibres plus grosses, font un court trajet et se perdent de nouveau dans la médulle extérieure. C'est ce qu'on peut voir, fig. 2, dans laquelle la fibre *a* sort de la portion de médulle *b*, pour aller se plonger dans la portion *c*.

D'autres fibres se comportent différemment : ainsi beaucoup de fibres formées par la réunion de nombreuses fibrilles, comme *c*, fig. 4, continuent de recevoir de nouvelles fibrilles, comme *d*, *e*, etc., en donnent quelques-unes, et finissent par acquérir un grand volume, comme on le voit en *f* ; elles s'alongent en augmentant toujours de diamètre, comme en *g*, fig. 5, puis se courbent en-dehors pour s'épanouir en feuilles, au point *k*, en se subdivisant en plusieurs branches, *j*, *j*, ou en restant simples comme *c* de la fig. 6.

Au point de leur épanouissement, les fibres s'amincissent habituellement.

Si parfois la portion qui s'épanouit reste simple, il arrive presque toujours qu'en se courbant, les fibres fournissent de grosses branches, qui se continuent dans la direction première. Par exemple, la fibre *g*, fig. 5, avant de se courber pour fournir les rameaux *j*, *j*, qui vont former les feuilles, fournit la branche *h*, qui se subdivise, et la branche *i*, qui s'anastomose avec une autre fibre. La fibre *a*, fig. 6, fournit la fibre *b*, qui va aussi s'unir à une fibre volumineuse.

Quelquefois les fibres se continuant toujours, fournissent, d'espace en espace, des branches d'épanouissement : telles sont les branches *h*, *j*, *l*, de la fig. 2, fournies par la fibre principale avant son épanouissement en *c*.

Les grosses fibres, d'après ce que nous avons vu, ne naissent pas toujours de fibrilles capillaires, puisque les fibres *i*, *h*, de la fig. 5, et *b* de la fig. 6, ont un gros volume dès l'instant où elles sortent du tronc qui les produit.

Parfois elles sont déjà volumineuses au point où elles naissent de la médulle externe : ainsi, *d*, de la fig. 2, sort très-grosse

de cette médulle, elle prend origine immédiatement contre le point où vient s'épanouir la fibre *k*, comme si elle était formée par la substance de cette dernière.

Quoi qu'il en soit, et il faut noter ce fait important, à mesure qu'une fibre s'élève en grossissant par l'addition des fibrilles qu'elle reçoit en son trajet, elle devient plus intérieure parce que de nouvelles fibres sont produites extérieurement, soit par les fibres qui s'épanouissent avant elle, soit par les fibres plus extérieures qu'elles, soit par la médulle extérieure. Il résulte de là que telle fibre qui à son origine était extérieure, fait partie de la zone compacte, puis devient centrale; ensuite, comme cette fibre doit s'épanouir à travers la médulle externe pour concourir à la formation des feuilles, son extrémité supérieure doit être courbée en-dehors, du centre au point d'insertion de la feuille, et croiser par conséquent les fibres encore extérieures qui continuent à converger vers le centre, ainsi qu'on le voit dans la pl. XX, fig. 1, et dans la pl. XXI, fig. 1, etc.

Il faut noter aussi qu'à mesure que les fibres s'élèvent, elles changent de nature : les fibrilles paraissent entièrement parenchymateuses et pâles; quand elles deviennent plus volumineuses elles sont d'une couleur plus foncée et laissent apercevoir les vaisseaux; puis les fibres deviennent d'une couleur intense et montrent très-distinctement les vaisseaux; elles font alors partie de la zone compacte; ensuite elles deviennent centrales, alors leur couleur cesse d'être foncée, et leurs vaisseaux sont d'un diamètre plus grand, enfin elles redeviennent d'une couleur foncée en traversant de nouveau la couche compacte, et en s'épanouissant; elles s'amincissent souvent à leur extrémité supérieure, probablement à cause des branches qu'elles ont fournies.

Ces observations font nettement comprendre l'origine et la direction des fibres, et font parfaitement reconnaître que les fibres extérieures, les fibres de la zone compacte, et les fibres de la partie centrale, bien qu'elles soient d'un aspect si peu

semblable, sont cependant les mêmes. Elles paraissent si diverses, parce qu'une section transversale coupe toutes les fibres, à un point différent pour chacune d'elles; les fibrilles sont les fibres coupées vers leur origine; les fibres de la zone compacte, celles coupées plus haut; les fibres centrales, celles coupées encore plus haut, etc.

Les faits précédents expliquent aussi fort bien l'entrecroisement des fibres que M. Hugo Mohl a observé, et dont il a parfaitement signalé la cause. Il ne faudrait pas croire cependant, comme on l'a dit, que les fibres extérieures se portent vers le centre, pour traverser ensuite les couches externes au moment où elles vont s'épanouir. Ce sont les fibres nouvelles qui, naissant de fibres précédemment formées et plus extérieures qu'elles, dépassent le point où les fibres anciennes s'épanouissent, et les croisent nécessairement. Alors elles sont elles-mêmes centrales, et bientôt elles sont reconvertes par les fibres qui se sont formées après elles, puis les croisent à leur tour au moment où elles s'épanouissent; notons toutefois que ces productions sont formées pour ainsi dire simultanément, c'est-à-dire que lorsque les fibres, encore tendres et transparentes se forment, dans l'extrémité presque entièrement cellulaire des stipes, en même temps se forment déjà des fibrilles plus petites qui seront celles des feuilles subséquentes créées à l'extérieur.

Ainsi l'on aurait une idée fausse si l'on croyait que les fibres se portent en-dedans, à travers des parties déjà formées, pour se diriger ensuite en-dehors, à travers la couche compacte. Le développement de toutes les fibres qui entrent dans une section de la tige, se fait presque contemporainement dans le gros bourgeon qui forme la partie accrescente du stipes.

Les faits que nous avons signalés plus haut sont contraires à l'opinion long-temps reçue, que les fibres centrales étaient les plus récentes; une raison qui a pu faire croire qu'elles

étaient moins anciennes que celles qui composent la zone compacte, c'est qu'elles sont d'une couleur beaucoup moins foncée, et qu'elles paraissent d'un tissu plus lâche, de sorte qu'elles semblent n'être encore qu'imparfaitement formées, et être aux fibres de la couche compacte ce que l'aubier est au bois. Mais en les suivant dans leur longueur, on voit évidemment qu'un grand nombre d'entre elles ont été primitivement extérieures, et que dans la partie inférieure qui est comprise dans la zone compacte, elles présentaient une couleur très-foncée. L'intensité de la couleur paraît tenir à la compression qu'éprouvent les tissus au point où ils sont les plus pressés, ce qui a lieu dans la zone compacte. En ce point, effectivement, le nombre des fibres devenant beaucoup plus considérable, celles-ci doivent nécessairement éprouver une forte compression qui retient probablement les sucs, et qui est cause de la dureté et de la teinte de la couche dans laquelle s'opère l'entrecroisement.

Il est si vrai que la coloration des fibres tient à cette cause, qu'après avoir été d'une couleur foncée dans la couche opaque, pâles lorsqu'elles sont devenues centrales, elles redeviennent très-colorées lorsqu'elles traversent de nouveau la couche foncée pour aller s'épanouir.

Nous avons besoin de faire remarquer que l'entrecroisement des fibres des Monocotylédonés n'est pas une chose insolite et qui leur soit propre : dans les Dicotylédonés, il y a un entrecroisement tout-à-fait analogue : les faisceaux vasculaires qui vont aux feuilles étant promptement recouverts par les fibres qui se rendent aux verticilles supérieurs, il en résulte que l'extrémité qui se recourbe pour entrer dans le pétiole doit nécessairement être croisée par les fibres qui vont s'épanouir plus haut ; mais cet entrecroisement paraît moins, parce que les faisceaux foliaires sont généralement moins épais, et surtout parce que la partie recourbée est excessivement courte, attendu que l'écorce était primitivement appliquée sur la fibre qui

s'épanouit : plus tard, les nouvelles couches qui se forment sur la face extérieure du bois et sur la face interne de l'écorce, rejette celle-ci en-dehors, de manière que l'extrémité de la fibre foliaire ne tient plus à l'écorce. Les choses ne se passent pas de même dans les Monocotylédonés : les fibres restent adhérentes à l'épiderme. Mais cependant il arrive quelquefois que, par des causes analogues à celles que nous venons de citer, l'entrecroisement devient moins visible dans quelques Monocotylédonés que dans les palmiers, comme nous le ferons bientôt remarquer.

M. Mohl a conclu des faits que nous venons de rappeler que dans les Monocotylédonés toutes les fibres croissaient à l'extérieur, comme dans les Dicotylédonés, que par conséquent l'organisation était la même dans les deux grandes classes du règne végétal. Cette conclusion n'est point rigoureuse, car nous allons prouver que toutes les fibres sont loin de se former à l'extérieur.

Si l'on examine, en effet, les fibres centrales, on voit très-aisément qu'elles produisent des fibrilles semblables à celles qui naissent de l'extrémité des fibres foliaires avant qu'elles aient traversées la médulle extérieure, ou de cette médulle même. Par exemple, la fig. 2, pl. XX, est une fibre centrale qui produit de nombreuses fibrilles, *b*, *b*, *b*, destinées à former de nouvelles fibres au centre ; la fibre principale, *a*, reçoit en même temps des fibrilles *c*, qui se dirigent par conséquent en sens inverse des fibrilles *b*, *b*, *b* ; on trouve donc au centre les mêmes dispositions qu'on peut remarquer à l'extérieur. Lorsqu'on observe attentivement, on voit que, même dans la couche compacte, les grosses fibres en fournissent de plus petites.

Mais ce ne sont pas seulement des fibrilles que fournissent les grosses fibres qui occupent le centre des stipes, puisque nous avons vu qu'avant de se courber pour s'épanouir, elles donnent de gros rameaux qui se continuent au centre ; ainsi la

fibre *a*, fig. 6, pl. XXI, en se courbant en *c*, fournit un cordon épais, *b*, qui va s'unir à une fibre voisine; la fibre *g*, fig. 5, fournit aussi une branche d'anastomose, *i*, et une nouvelle fibre indépendante, *h*; la fibre *d*, fig. 2, avant de s'échapper en *i*, fournit une nouvelle fibre, qui, en s'épanouissant en *j*, en donne une autre, qui se divise encore avant de s'épanouir en *b*, etc.

D'un autre côté, bien des fibres ne vont jamais au centre; elles naissent à l'extérieur, et s'épanouissent sans se trouver enfermées dans la couche compacte.

Il est donc bien clair que dans les Monocotylédonés, toutes les fibres ne proviennent pas de l'extérieur; toutes les fibres sont destinées à en reproduire de nouvelles; elles ne sont pas continues dans toute l'étendue du tronc; elles tirent leur origine les unes des autres, chacune par des points multipliés, fournissant, avant de s'échapper en feuilles, des ramifications qui les remplaceront.

Il est si vrai que toute la croissance ne se fait pas à l'extérieur, que les fibres ne sont pas continues, que la vie de la plante ne réside pas dans les couches externes, et qu'elles ne sont pas la voie indispensable par laquelle l'extrémité supérieure des stipes communique avec la partie vivante des racines, qu'on peut faire une incision annulaire qui intéresse toute la substance d'un stipes jusqu'à la zone compacte, sans compromettre l'existence du végétal soumis à l'opération. J'ai, par exemple, pratiqué l'incision annulaire sur des tiges de *Yucca*, d'*Aloe fruticosa*; ces arbres monocotylédonés ont continué de vivre, pendant bien des années, sans altération, surtout quand on abritait la plaie. Le seul changement qu'on aperçoive ordinairement, c'est la formation d'un bourrelet supérieur, qui devient assez gros, sans s'alonger sensiblement, et duquel s'échappent fréquemment de nombreuses racines.

Nous ne prétendons pas tirer de ces faits la conséquence

qu'il ne se forme pas un grand nombre de fibres dans la zone externe, de manière à constituer, en quelque sorte, des couches dans toute l'étendue du végétal, et à rendre ainsi la tige un peu conique, c'est-à-dire plus épaisse vers la base. Mais nous disons qu'indépendamment des fibres externes, de nouvelles fibres sont créées à l'intérieur.

Quand nous étudierons la formation des racines, nous acquerrons une nouvelle preuve de la création multiple des faisceaux fibreux : de nombreuses fibres s'engendrent à l'extérieur de la tige, car nous verrons que les racines sortent primitivement de la surface extérieure des couches fibreuses, et que, lorsqu'elles ont vécu plusieurs années, leur point d'origine est plus ou moins enfoncé au milieu des fibres; et, en même temps, les racines nous offriront elles-mêmes des preuves évidentes de l'accroissement interne.

Mais avant d'étudier leur structure propre, il nous reste à mentionner encore quelques faits qui prouvent que l'accroissement se fait dans toute l'épaisseur des tiges des Monocotylédonés.

La coupe d'une tige de *Yucca*, pl. XXVII, fig. 1, nous montre une structure analogue à celle des palmiers : à l'extérieur, on trouve l'épiderme dont *a*, *a*, sont des lambeaux, puis une couche médullaire détruite par la macération ; puis une zone compacte, *b*, *b*, formée de fibres serrées, pressées, anastomosées en réseau à mailles très-étroites, semblant constituer des couches superposées, mais unies entre elles par des fibres qui passent d'une couche à l'autre, et par conséquent anastomosées entre elles, comme les fibres qui composent chacune d'elles. Les fibres centrales *c*, semblent, lorsqu'on les examine d'une manière générale, naître toutes de la partie extérieure, décrire un arc de cercle dont la convexité regarde le centre, puis traverser la zone compacte, pour s'épanouir en feuille, comme aux points *d*, *d*.

Ces points sont habituellement assez éloignés de l'épiderme, ce qui annonce que des fibres nombreuses se sont développées à l'extérieur, depuis l'épanouissement des premières feuilles. ....

En-dehors de la couche compacte, on ne trouve pas une couche formée de fibrilles comme dans les palmiers, parce que les principales fibres sont assez minces, assez tendres; de sorte que les fibres nouvelles, qui sont presque aussi fermes et aussi grosses que les anciennes, se confondent avec elles, et d'autant plus que le réseau formé par les fibres externes est à mailles très-étroites, et les anastomoses qui l'unissent aux fibres plus anciennes très-nombreuses; de cette façon elles doivent adhérer et se confondre avec la zone compacte.

L'accroissement externe est parfaitement prouvé par les faits qui viennent d'être exposés; mais l'accroissement interne n'est pas plus difficile à démontrer : à mesure que des fibres nouvelles se formaient à l'extérieur, de nouveaux faisceaux fibreux s'engendraient dans la vaste zone médullaire qui occupe le centre de la tige; si bien que tout-à-fait à la base du *stipes* la partie centrale est toute fibreuse et entièrement solidifiée, ce qui n'a pu arriver que parce qu'il s'est formé des fibres à l'intérieur aussi bien qu'à l'extérieur.

On reconnaît cette formation des fibres internes par l'étude d'une fibre isolée, aussi bien que par l'examen général du *stipes*. Effectivement, si on suit dans toute sa longueur la fibre un peu grossie que représente la fig. 2 de la pl. XVII, on voit qu'à son origine elle est formée par les fibrilles *a*, qui constituent à l'extérieur le réseau *d*; elle reçoit aussi des ramications directes des fibres foliaires dans leur trajet à travers la zone compacte, ou même avant qu'elles ne s'y engagent comme en *b*; enfin elles reçoivent des fibres tout-à-fait centrales.

Supérieurement elles donnent elles-mêmes des fibrilles *f* qui se joignent à des cordons principaux comme *g*, ou qui sont elles-mêmes des cordons principaux comme *e*, *e*, ou des ramifications

fines *i, i,* qui concourent à la formation des fibres centrales supérieures, ou enfin des fibrilles qui sortent de leur extrémité au moment où elles vont s'épanouir en feuilles, fibrilles qui concourent à constituer les réseaux qui s'ajoutent à l'extérieur.

Ainsi, si dans son ensemble la fibre représente un arc de cercle dont l'extrémité inférieure sort des zones externes, dont le milieu occupe la portion centrale et dont l'extrémité supérieure se reporte de nouveau vers la périphérie et croise ainsi les fibres qui vont former les feuilles supérieures, en réalité ces fibres ne viennent pas plus du dehors que du centre : le fait essentiel est que toutes les fibres naissent les unes des autres, chacune produisant des rameaux à l'extérieur, dans la zone solide et au centre. Cependant ici il semble qu'à l'extérieur il s'engendre plus de fibres qu'intérieurement ; la fig. 3 donne une idée du réseau extérieur.

L'*Aloe fruticosa* présente une disposition tout-à-fait analogue ; les fibres sontplus grosses, extrêmement fragiles, de manière qu'on peut les suivre plus difficilement dans la zone d'entrecroisement : ces fibres tendres et sans solidité semblent différer si peu du tissu utriculaire qui les unit qu'on ne les distingue plus ; cependant, en coupant cette zone avec un instrument bien affilé, on reconnaît encore qu'elle est formée de fibres qui se dirigent en-dedans, et de fibres qui se dirigent en-dehors.

Du reste, on rencontre les mêmes divisions des faisceaux à l'intérieur qu'à l'extérieur.

Quand on coupe l'extrémité d'une tige encore succulente en tranches très-minces, les fibres paraissent sous forme de lignes transparentes, et l'on voit que les unes procèdent de la zone externe, les autres des fibres internes.

Le réseau des fibres extérieures est si serré, et les fibres d'ailleurs si peu solides, que les couches externes paraissent une lame criblée de trous.

L'accroissement interne est, comme dans les *Yucca*, si mar-

qué, que la zone compacte a une épaisseur très-considérable à la base du *stipes* et que le centre y est complètement obstrué de fibres.

Le *Pandanus odoratissimus* nous offrira aussi quelques remarques importantes à faire. La section verticale de son *stipes*, pl. XVIII, fig. 8 et 9, nous montre qu'il est formé par une multitude de fibres assez grosses et peu consistantes, entrecroisées d'une manière inextricable, se divisant, s'anastomosant de toutes façons. Ces fibres ne constituent pas de zone compacte bien distincte, car elles sont à peu près aussi serrées au centre qu'en-dehors; ce qu'elles offrent de plus notable, c'est qu'elles sont très-obliques, décrivant autour de la tige une spirale à tours très-rapprochés, formant ainsi plusieurs plans qui, n'étant pas coupés de la même manière par une même section verticale, présentent en un bord toutes fibres qui s'enfoncent dans la partie restante de la tige, à l'autre bord toutes fibres qui en sortent en s'élevant; contre chacun de ces bords est un autre plan composé de fibres qui semblent se diriger en sens inverse.

On voit, en examinant la figure 8, qui représente la partie supérieure du *stipes*, et la figure 9, qui représente la partie inférieure, que le *stipes* va toujours en diminuant vers le bas; ce qui indique que le nombre des fibres augmente, de la base au sommet, chaque production destinée à former une spirale de feuilles engendrant un nombre de fibres plus grand que celui dont elle était composée elle-même.

On remarquera aussi que les racines qui sortent du *stipes* pénètrent plus ou moins profondément entre les fibres par une extrémité conique dont les fibres sont entrecroisées avec les fibres caulinaires, par ce qu'il s'est formé des fibres extérieures qui se sont entrecroisées avec les fibres des racines; primitivement, ainsi que nous le verrons en étudiant les racines, celles-ci naissaient à la surface des couches fibreuses.

Du reste, les fibres du *Pandanus* se comportent dans leur

trajet comme celles des végétaux que nous avons étudiés jusqu'à présent. Ainsi, la figure 7 nous offre une fibre A qui naît de fibres *a*, *c* plus ou moins centrales et de fibres *b*, *b*, produites par les fibres principales au moment où elles vont s'épanouir en feuilles; la fibre A produit à son tour des fibres *d*, *f*, *f* plus ou moins centrales et des fibrilles *e*, *e* au point de son épanouissement. Ainsi, dans le *Pandanus* encore nous voyons les fibres naître de tous les points du centre, comme de la circonférence; les seules différences dignes d'être notées qu'elles présentent, c'est que les fibrilles extérieures ne sont ni très-fines, ni multipliées, ni fréquemment anastomosées, de manière qu'on ne voit pas le réseau extérieur que nous avons indiqué. Les fibres externes paraissent d'autant plus se confondre avec le reste de la couche, qu'il n'y a pas de zone compacte et serrée comme dans les palmiers; enfin un si grand nombre de fibres naissent au centre, que l'entrecroisement des fibres qui s'épanouissent avec celles qui viennent du dehors est fort peu apparent : il est néanmoins visible. Cette circonstance est probablement la cause qui fait qu'il n'y a pas une couche compacte très-apparente; car s'il y a un entrecroisement peu notable, la zone dans laquelle il s'opère habituellement n'aura pas la même densité que de coutume.

Enfin, le volume des ramifications centrales est tel, qu'elles semblent être la continuation des fibres qui les fournissent, tout autant que les cordons qui vont s'épanouir en feuilles. Ainsi, la fig. 6 nous présente une fibre centrale qui donne un grand nombre de faisceaux foliaires, mais en même temps des branches centrales qui sont assez volumineuses pour qu'on doive les considérer comme la prolongation de la fibre principale, qui, par conséquent, s'étend long-temps dans le centre du *stipes*, sans laisser penser qu'elle s'échappe pour former les expansions foliacées.

Il est utile de constater que les rhizomes présentent une

organisation analogue à celle des tiges aériennes; nous allons montrer la structure du rhizome de l'*Arundo Donax*, pl. XVI, ainsi que celle de son chaume; cette plante nous fera faire quelques observations précieuses.

La fig. 1 nous présente un rhizome et un chaume qui sont fendus dans le sens de leur longueur, et qui, par une assez longue macération, ont perdu la totalité de leur tissu utriculaire. Il sera facile de voir que le rhizome AA est formé de fibres assez volumineuses qui sont, comme dans les *stipes*, distribuées sans ordre, etc., et qui donnent des rameaux anastomosés avec les fibres voisines; les fibres profondes se courbent en-dehors pour aller s'épanouir en écailles (rudiments de feuille). Ainsi, la fibre *a* se courbe pour sortir par le point de la circonférence dont elle est le plus éloignée; *b*, *b* sont encore des fibres profondes qui se courbent, croisent les fibres plus superficielles et vont contribuer à la formation de feuilles rudimentaires, mais se continuent par un rameau central dans la partie supérieure du rhizome; les fibres extérieures, comme *c*, se comportent de même : elles donnent un rameau foliaire et se continuent; enfin, les fibres tout-à-fait extérieures, comme *d*, sont accolées entre elles, de manière à former une couche mince et serrée, et fournissent des fibrilles aux écailles, en se continuant aussi pour concourir à la formation des écailles supérieures. Ainsi l'on voit que ce ne sont pas plus les fibres internes que les externes qui constituent les expansions foliacées.

Vers l'extrémité, au point *e*, la plus grande masse des fibres du rhizome se recourbe pour former le chaume; en ce point elles fournissent de nombreux rameaux qui se prolongent pour constituer l'extrémité croissante du rhizome, après avoir croisé les fibres qui vont former le chaume et s'être anastomosées avec elles. Ainsi, dans cette plante, comme dans le *Sceau de Salomon*, plusieurs Orchidées à tiges traçantes, etc., les fibres du rhizome se redressent pour former les tiges annuelles, puis donnent

des ramifications qui constituent une grosse saillie, sorte de bourgeon qui termine la tige souterraine et doit servir à l'alonger, quand l'époque de son développement sera venue.

Il arrive fréquemment que les fibres des rhizomes se détruisent par une extrémité à mesure qu'elles s'alongent par l'autre, de sorte que ces tiges, qu'on appelle alors *progressives*, conservent à peu près la même longueur et le même nombre de fibres.

Le chaume, formé par l'élongation de presque toutes les fibres qui composent le rhizome, lesquelles quittent la direction horizontale après avoir fourni les rameaux qui vont prolonger la tige souterraine, diffère du rhizome parce qu'il est fistuleux et garni de diaphragmes; il est constitué par des fibres *f, f* serrées, parallèles, qui forment les feuilles.

Ces feuilles reçoivent les fibres profondes comme les superficielles; de plus, comme elles sont engainantes, elles sont constituées par les fibres de toute la circonférence; il en résulte qu'elles reçoivent presque la totalité des fibres.

Au point de l'épanouissement de chaque feuille, toutes les fibres semblent donc arrêtées : elles se divisent, s'entrecroisent de manière à constituer un réseau inextricable, qui fait la base des diaphragmes qu'on trouve à chaque nœud.

C'est de ce réseau que partent en grande partie les fibres qui reconstituent le chaume au-dessus de la feuille épanouie et vont former la feuille supérieure, à l'insertion de laquelle un nouveau plexus est formé pour donner naissance aux nouvelles fibres qui prolongeront encore le chaume, et ainsi de suite. C'est le mode, annoncé précédemment, de reformation des fibres par arcades en quelque sorte régulières. La partie extérieure, des diaphragmes recevant les rameaux des fibres inférieures et fournissant ceux qui constituent les fibres supérieures, devra nécessairement être comprise dans l'épaisseur de la couche de fibres parallèles, et semblera la partager à chaque nœud.

C'est aussi du réseau formé à chaque nœud que sortent les fibres du bourgeon axillaire.

Ce bourgeon répond à la nervure médiane ; celle-ci entraîne nécessairement une plus grande quantité de fibres. Il en résulte qu'à chaque point d'insertion la plus grande masse des fibres se dirige du côté du bourgeon.

La feuille immédiatement supérieure étant insérée le plus près possible du point qui est à l'opposite de celle qui l'a précédée, comme cela se remarque habituellement dans les plantes à feuilles alternes, on observe que la plus grande masse de fibres se porte du côté opposé à chaque articulation, ce qui est inévitable, puisque la nervure médiane et le bourgeon de la nouvelle feuille se trouvent de ce côté.

Toutes les dispositions que nous venons de décrire et qui confirment puissamment les faits que nous avons établis, puisqu'elles les montrent dans un état de régularité presque parfaite, seront bien comprises si l'on suit les détails de la *fig.* 1, de l'*Arundo*, pl. XVI.

Elle montre en effet que les fibres *ff*, parallèles et droites, constituent la partie solide du chaume ; en se divisant, s'anastomosant, se croisant; elles constituent le diaphragme *g, h ;* de ce point partent de toute la circonférence les fibres qui vont former la première feuille ; ces fibres traversent les couches formées par les fibres longitudinales.

i, i sont les fibres longitudinales qui composent le deuxième article; elles sont formées par le prolongement de celles du premier article, ou naissent du plexus *g, h*.

j, k est le deuxième plexus qui envoie les fibres les plus nombreuses du côté *k*, qui correspond au bourgeon et à la nervure médiane.

l, l, les fibres longitudinales du troisième article, naissent comme celles du deuxième, etc.

m, n, o, est le troisième plexus ; les fibres les plus nombreuses sont fournies par le côté *o*, à l'opposite de *k*.

m est une fibre superficielle donnant un faisceau à la feuille

correspondante et se continuant pour aller au nœud supérieur, où elle se comportera de la même manière. Les fibres extérieures sont fines, serrées, mais non soudées en couche spéciale comme dans le rhizome. La prolongation de la fibre qui s'est épanouie se continue avec la partie interne du faisceau primitif, comme le fait voir la figure; de sorte que, lorsque, par la macération, on enlève l'épiderme du chaume, les fibres qui constituent les feuilles semblent provenir de cercles de plus en plus internes, comme si l'accroissement était exclusivement interne, comme dans l'écorce des Dicotylédonés.

n est une fibre profonde qui fournit aussi un rameau à la feuille correspondante et se continue pour constituer les fibres de l'article supérieur. Les fibres profondes sont plus épaisses que celles de la superficie; elles traversent toute l'épaisseur de la couche fibreuse et percent le cercle très-serré des fibres extérieures par une ouverture ovalaire formée par l'écartement de ces fibres.

Ces détails nous font bien comprendre l'organisation des Monocotylédonés; ils nous la font voir en son état de plus grande régularité et de plus grande simplicité. Ils nous montrent que la formation de fibres nouvelles à l'extérieur des anciennes n'est pas le fait essentiel et caractéristique de la structure des *stipes*, puisque la graminée que nous étudions ne paraît pas en produire à la circonférence; son chaume nous montre seulement des fibres qui, au point où elles fournissent des faisceaux foliaires, donnent des rameaux qui remplacent les fibres épanouies, soit directement, soit en constituant un plexus, origine commune des faisceaux nouveaux. La manière dont les racines sortent du rhizome semble confirmer ce fait; car leurs fibres B, fig. 1, restent toujours adhérentes à la surface externe, tandis que leur origine devient interne quand il se forme des fibres en-dehors, comme dans le *Pandanus*.

Il résulte de ce que nous avons dit des fibres qui dans

l'*Arundo* forment les feuilles, que ces expansions reçoivent deux ordres de faisceaux, les superficiels très-minces, les profonds beaucoup plus volumineux. On reconnaît ces deux sortes de fibres dans la feuille, car elles conservent leur volume respectif et sont disposées assez régulièrement, les fibres volumineuses étant séparées par un nombre assez fixe de fibres fines. Ainsi, la fig. 2 montre les fibres *a, a, a,* qui sont assez fortes et proviennent du centre, séparées par les fibres *b, b, b, b,* etc., beaucoup plus fines et provenant de la circonférence. Ordinairement il y a quatre fibres fines entre les volumineuses, cependant parfois on en compte 5, d'autres fois trois seulement et même deux.

Toutes ces nervures sont transparentes, placées au centre d'un parenchyme vert *c, c,* etc.; ce parenchyme, qui accompagne les nervures de chaque côté, est séparé du parenchyme de la nervure voisine par une ligne moins foncée *d;* c'est sur cet intervalle utriculaire que sont placés les stomates qui sont nombreux, ovalaires, etc.

Les vaisseaux qui composent les nervures sont très-petits, très-serrés, leurs fentes ou pores très-peu apparents, de manière qu'il est difficile de les caractériser.

Nous terminerons ici l'exposé des faits anatomiques qui concernent les tiges des Monocotylédonés. De tous ces faits on peut conclure que, dans les Monocotylédonés et les Dicotylédonés, les éléments constitutifs ne diffèrent pas : le tissu utriculaire et les vaisseaux sont les mêmes. Si l'on compare les faisceaux vasculaires des Monocotylédonés avec ceux des Dicotylédonés, dont l'accroissement annuel est borné et dont les faisceaux restent arrondis, on trouve encore que l'identité est parfaite : le parenchyme est semblable, les vaisseaux sont similaires et similairement disposés; les trachées sont internes, et les vaisseaux, en devenant de plus en plus externes, ont des lames de plus en plus anastomosées et un diamètre de

plus en plus grand; la plus grande masse du tissu parenchymateux, dans laquelle sont les vaisseaux propres ou corticaux, occupe la portion extérieure de la fibre. Le développement est analogue dans les deux classes des végétaux que nous comparons, et la zone récente formée par le tissu le plus nouvellement créé sépare, dans les uns comme dans les autres, la masse des vaisseaux trachéens de la portion parenchymateuse, qu'on doit regarder comme corticale.

Ainsi disparaît la différence profonde qui semblait séparer d'une manière infranchissable les deux classes des végétaux vasculaires.

Mais là s'arrête l'analogie. A l'origine des faisceaux il y a similitude, mais les progrès de l'accroissement établissent de bonne heure de notables différences. Lorsque l'accroissement des Dicotylédonés n'est pas borné, la zone interstitielle des faisceaux fournit incessamment de nouvelles parties, qui restent toujours séparées par un interstice transparent, dans lequel des parties plus récentes se formeront encore; les faisceaux s'accroissent ainsi. Bientôt ils se touchent et forment une couche circulaire complète; la zone gélatineuse se continue sans interruption avec celle des faisceaux voisins, de sorte qu'il y a une couche transparente entre la portion corticale et la portion centrale, couche qui s'étend depuis l'extrémité de la tige jusqu'à la terminaison des racines, et dans laquelle se forment de nouvelles fibres vasculaires, qui s'étendent par conséquent dans toute la longueur du végétal.

Il n'en est pas de même dans les Monocotylédonés. Les faisceaux parenchymateux ont un accroissement essentiellement borné; ils restent isolés et arrondis, comme ils le sont dans les tiges annuelles qui demeurent dans la première période d'accroissement; l'interstice gélatiniforme forme des parties nouvelles et se solidifie, mais il ne se reforme pas par une régénération continue; le développement des faisceaux s'arrête,

il n'y a pas de fusion entre eux, il n'y a pas formation de couches concentriques. Conséquemment, les fibres qui doivent donner naissance aux expansions foliaires successives ne sont plus exclusivement formées dans une zone circulaire d'accroissement.

L'observation directe des tiges démontre ces faits jusqu'à l'évidence. Les expériences physiologiques confirment les résultats de l'observation. Ainsi, nous l'avons dit, on peut enlever toute la zone extérieure, jusqu'au tissu dur et compact, sans modifier le développement des stipes, preuve que l'accroissement se fait en partie dans la profondeur de la tige. De plus, on ne peut séparer régulièrement la zone extérieure de l'interne, parce qu'il n'y a pas entre elles un interstice uniforme destiné à la formation des parties. Par suite, on ne peut opérer, dans les Monocotylédonés, la greffe en écusson, car le bourgeon qu'on voudrait enter ne peut être enlevé avec un morceau d'écorce, celle-ci n'étant pas séparable, et ne peut se souder avec le tissu du sujet greffé, puisqu'il ne peut être mis en contact avec une surface spéciale d'accroissement.

Les fibres des Monocotylédonés sont donc formées par un autre procédé que celles des Dicotylédonés, et c'est ici que se prononce la différence qu'on remarque entre la structure des deux ordres de végétaux.

Dans les Monocotylédonés, les fibres nouvelles sont formées par des branches, ou subdivisions plus ou moins ténues des fibres anciennes; branches qui, en recevant toujours de nouvelles fibrilles, acquièrent un volume plus ou moins considérable et s'épanouissent à leur tour, en donnant, à leur tour aussi, des ramifications reproductrices.

Les ramifications destinées à reconstituer les fibres qui remplaceront celles qui sont épanouies, naissent à la circonférence et au centre, ainsi que dans toute l'épaisseur de la tige. Mais fréquemment, le plus grand nombre est formé en-dehors et en

même temps que les fibres foliaires des zones profondes de la tige, traversent une certaine épaisseur de celle-ci pour former les feuilles; il en résulte que les fibres anciennes sont croisées par les nouvelles. Cet entrecroisement reste souvent très-apparent, parce que peu de fibres se forment en-dehors après l'évolution des feuilles. Dans les Dicotylédonés l'entrecroisement est à peine visible, parce que les fibres nouvelles s'interposent sans cesse entre l'écorce et l'extrémité des fibres qui se sont épanouies les premières, de sorte que cette extrémité n'arrive plus jusqu'à la surface extérieure et n'est plus croisée par les cercles fibreux successifs.

Au point où l'entrecroisement s'opère dans les Monocotylédonés, les fibres sont en nombre considérable, de sorte que là la tige doit présenter, dans un grand nombre de cas, un tissu dense, dur, compact et coloré.

Il résulte du mode de formation des fibres nouvelles que les fibres qui succèdent à chaque verticille, ou couronne, ne sont pas étendues dans toute la longueur des stipes et des racines; qu'elles naissent les unes des autres plus ou moins régulièrement, de nœud en nœud, d'étage en étage; qu'elles forment ainsi des arcades successives. La conséquence de ce fait est que le stipes a à peu près le même nombre de fibres dans toute son étendue et qu'il est ainsi à peu près cylindrique; il arrive même que la partie supérieure a plus de fibres que l'inférieure, parce que chaque nœud reproduit plus de faisceaux qu'il n'en a reçu. Cependant, dans certaines plantes, de nouvelles fibrilles s'ajoutent continuellement dans toute la longueur du stipes; alors il devient plus épais à sa base que vers son sommet; en outre, de nombreuses fibres peuvent se former dans l'intérieur de la tige, qui, normalement, est formée seulement de tissu utriculaire, elles comblent le centre et le rendent solide.

Telle est la théorie de l'accroissement des Monocotylédonés; elle est simple et fondée sur l'observation directe et attentive

des faits. Il ne serait peut-être pas sans utilité de la comparer avec celles qui ont été exposées par les divers botanistes qui se sont occupés de décrire la structure, long-temps obscure, de ces végétaux, afin de montrer en quoi elles diffèrent, et de permetttre d'arriver définitivement à la vérité par un examen général de toutes les assertions.

M. Desfontaine a le premier attiré l'attention des botanistes sur la disposition des faisceaux fibreux des tiges des palmiers; il a fait remarquer la confusion qu'elles affectaient, il a montré que la portion extérieure de la tige, au lieu de ressembler à l'aubier, était la partie la plus dure et la plus compacte, comme si les fibres les plus anciennes étaient au-dehors et les plus modernes au centre, comme si, en un mot, l'accroissement du corps ligneux avait lieu par la partie centrale et non par la circonférence, comme dans les Dicotylédonés.

Sans qu'il se soit nettement expliqué à cet égard, on a admis, depuis lui, que le corps ligneux des Monocotylédonés s'accroissait par la partie centrale, contrairement à celui des Dicotylédonés qui s'accroît par la circonférence, et, pour cette raison, M. Decandolle a appelé les premiers *endogènes*, et les deuxièmes *exogènes*. On a été conduit à cette opinion parce que les fibres centrales étant moins dures, moins colorées, d'un tissu moins compact, paraissant plus poreux parce que leurs vaisseaux sont plus grands, ont paru plus nouvelles, et ont été regardés comme l'aubier.

Quant à l'écorce, on admettait généralement qu'elle existait dans les Monocotylédonés comme dans les Dicotylédonés, et que dans les deux ordres elle avait une structure et un accroissement semblables.

J'ai montré (*Mémoires de la Société royale des sciences* de Lille, 1823, et *Botanographie élémentaire*, 1826) que dans les Monocotylédonés on ne trouve pas un système cortical en-dehors du système central et complètement séparable, que par con-

séquent les Monocotylédonés se distinguent par l'unité de système des Dicotylédonés ligneux qui ont toujours deux systèmes séparés, le cortical et le central. Le fait fondamental de la structure des Monocotylédonés est effectivement l'unité de système : les éléments corticaux ne se séparent pas des éléments ligneux pour constituer un organe spécial et homogène, laissant entre le système central et lui l'interstice d'accroissement ; chaque fibre contient les deux éléments; la zone extérieure de la tige n'est que cellulaire; on peut l'enlever par incision annulaire; elle ne permet pas d'opérer la greffe par écusson.

Après avoir établi que les éléments corticaux et ligneux restaient unis, je disais, de plus, que le système unique des Monocotylédonés était disposé comme le système cortical des Dicotylédonés, c'est-à-dire qu'il s'accroissait par la surface centrale, et que par conséquent les parties les plus nouvelles étaient au centre et les plus anciennes repoussées en-dehors.

Cela n'est pas complètement vrai : cette disposition remarquable n'existe pleinement que dans les racines, comme nous le verrons bientôt; dans les tiges, l'accroissement n'est pas purement central. De nouvelles fibres se forment au centre, mais il en est qui prennent naissance dans les autres régions du stipes. Les racines seules ont un accroissement exclusivement central.

Mais si nous avons dit que, quant à la disposition des parties, la tige des Monocotylédonés était analogue à l'écorce des Dicotylédonés, c'est à tort qu'on nous a reproché d'avoir annoncé que ces deux parties étaient anatomiquement composées de la même manière; que la tige des Monocotylédonés était réduite aux éléments organiques du système cortical, et que les vaisseaux du système central des Dicotylédonés n'existaient pas dans les Monocotylédonés. Cette erreur ne peut nous être justement imputée, puisque nous disions (*Botanographie élémentaire*, page 148) : « Les mêmes espèces de vaisseaux se rencontrent

dans les uns et dans les autres (les Monocotylédonés et les Dycotylédonés); mais la disposition des parties constitutives est différente dans les deux classes. »

Plus loin (page 159) nous disions : « ..... Les Monocotylédonés ne sont pas privés d'un ordre particulier de vaisseaux. Les fibres de ces plantes contiennent, en effet, toutes les espèces de vaisseaux qu'on trouve dans le système central des Dicotylédonés : par exemple, on y rencontre des trachées quoiqu'on n'en découvre pas dans l'écorce des Dicotylédonés. » J'avais énoncé le même fait dans mon mémoire spécial sur la structure des Monocotylédonés (page 30, ligne 15 et suivantes).

C'est donc à tort que M. Decandolle (*Organographie*, p. 216) m'a reproché d'avoir considéré la tige des Monocotylédonés comme anatomiquement et physiologiquement semblable à l'écorce, ce qui ne saurait être admis, puisque le *stipes* contient toutes les espèces de vaisseaux qu'on observe dans le système central des Dicotylédonés. Je n'ai annoncé que ce fait, savoir: Que, dans Monocotylédonés, tous les éléments organiques sont réunis dans une même fibre, et ce fait reste le plus essentiel de la structure des Monocotylédonés.

M. Dutrochet a émis l'opinion que l'écorce et le système central existent toujours dans les Monocotylédonés, comme dans les Dicotylédonés; le système central des premiers différerait de celui des seconds parce qu'il n'a point de rayons médullaires, ni de couches extérieures. De plus, il admet que dans les Dicotylédonés toutes les productions nouvelles viennent du centre, parce qu'elles naissent des rayons médullaires, lesquels proviennent, selon lui, de la partie centrale de la tige; il pense par conséquent que le système des Monocotylédonés ressemble par ce caractère essentiel à celui des Dicotylédonés, puisque dans les *stipes*, toutes les productions sortent du centre.

Nous avons vu que les Monocotylédonés n'ont pas deux systèmes séparables; que les rayons médullaires des Dicotylédonés

ne proviennent pas du centre, qu'ils sont un résultat de la croissance externe de leur système central; que d'ailleurs, si les Monocotylédonés engendrent des fibres dans la partie centrale, d'autres fibres sont engendrées, en plus ou moins grand nombre, dans l'épaisseur du stipes et à l'extérieur; que conséquemment les Monocotylédonés ne ressemblent aux Dicotylédonés, ni par la présence des deux systèmes séparés, ni par le mode d'accroissement.

M. Hugo Mohl, dans son bel ouvrage sur les palmiers, a démontré la réalité de la formation de fibres à l'extérieur du corps ligneux des Monocotylédonés. Il pense en conséquence que la structure de ces végétaux, ne diffère nullement de celle des Dicotylédonés. Il remarque seulement que les fibres extérieures se portent au centre, puisqu'elles se recourbent de nouveau en-dehors, pour s'échapper et s'épanouir en feuilles, après avoir croisé les fibres nouvelles qui se sont formées à l'extérieur. Il a, du reste, parfaitement bien décrit la composition des fibres des Monocotylédonés; mais c'est à tort qu'il a considéré la structure des Monocotylédonés comme identique avec celle des Dicotylédonés, puisque les fibres ne se forment pas seulement à l'extérieur, mais qu'elles sont engendrées dans toute l'épaisseur de la tige; que d'ailleurs les éléments organiques ne se séparent pas dans le stipes de manière à former une écorce distincte.

Nous ne poursuivrons pas plus loin cet examen. Ce que nous avons dit suffit pour faire apprécier les diverses théories dont nous venons de parler, et saisir ce qu'il y a de vrai ou de faux dans chacune d'elles. Nous passerons à d'autres faits.

DES FEUILLES ET DES BOURGEONS.

Ce que nous avons dit des faisceaux vasculaires des Monocotylédonés et de leur épanouissement fera facilement comprendre

le mode d'évolution des feuilles : elles sont formées par les fibres caulinaires qui s'échappent de la tige ; ces fibres sont ou superficielles ou plus ou moins profondes; elles sont d'autant plus profondes qu'il s'est formé superficiellement un nombre plus grand de fibres destinées à former les expansions foliaires supérieures. A leur extrémité supérieure, les faisceaux foliaires sont courbés en-dehors pour s'échapper de la tige et croisent ainsi les faisceaux qui s'épanouiront plus tard.

Les fibres des feuilles s'amincissent ordinairement au moment où elles vont s'échapper de la tige, comme on peut le voir pl. XXI, fig. 5, qui nous montre les fibres foliaires *j, j*, amincies vers le point *k*, où elles vont traverser la médulle extérieure : en ce point leurs tissus deviennent en même temps moins colorés.

Les fibres traversent obliquement la zone médullaire externe et l'épiderme, et déterminent dans cette membrane des ouvertures *b*, fig. 8, ovalaires, dont l'extrémité inférieure qui touche la fibre est arrondie, et dont l'extrémité supérieure s'alonge au-dessus de la fibre, en devenant superficielle. Les perforations existent dans presque toute la circonférence, parce que les feuilles sont amplexicaules; mais elles sont infiniment plus nombreuses au point qui correspond à la nervure médiane ; en ce point elles s'élèvent aussi plus haut. Supérieurement le cercle des impressions est bien déterminé par la ligne *c* qui correspond à la page supérieure de la feuille.

La direction des points d'épanouissement, comme aussi la direction des fibres *g, h, i*, fig. 1, qu'on peut suivre jusqu'à ces points, donne le moyen de distinguer la partie supérieure de l'inférieure, dans un tronçon de palmier, qu'on ne saurait, sans cela, mettre en sa position naturelle, car son diamètre est le même aux deux extrémités.

Nous ne nous étendrons pas sur ces faits : ils nous paraissent suffisamment expliqués; nous nous bornerons à dire ici un mot des bourgeons des Monocotylédonés.

On est assez dans l'habitude de supposer que ces plantes sont généralement dépourvues de bourgeons. Il est certain cependant qu'elles en sont pourvues aussi bien que les Dicotylédonés; mais très-fréquemment leurs bourgeons ne se développent pas. Ainsi, dans l'aisselle des feuilles inférieures du chaume de l'*Arundo Donax*, on trouve des bourgeons bien formés qui servent annuellement à reproduire les chaumes; les tiges de la canne à sucre offrent pareillement des bourgeons axillaires; si l'on arrache les feuilles de l'*Iris*, on voit des bourgeons bien développés dans leur aisselle. Au-dessus de l'insertion des feuilles du *Dracæna Draco*, on voit une tache ovalaire, rousse, au centre de laquelle est une fente longitudinale qui laisse voir entre ses bords un rudiment de bourgeon, etc., etc.

Ainsi, dans les Monocotylédonés, on trouve, comme dans les Dicotylédonés, des bourgeons axillaires; mais ils sont fort sujets à avorter.

Les bourgeons des Monocotylédonés ne diffèrent pas de ceux des Dicotylédonés:

Leur médulle est une élongation de celle de la tige, en communication avec la partie centrale, puisqu'à l'époque de leur formation il n'y a point d'interruption entre la médulle externe et celle qui occupe le centre du stipes. Leurs fibres s'unissent aux fibres foliaires, comme si ces dernières, au moment où elles se courbent pour s'échapper de la tige et s'épanouir en feuille, fournissaient de la convexité de leur arc une expansion parenchymateuse dans laquelle se développent ensuite les vaisseaux gemmulaires.

Par exemple, si l'on examine les bourgeons axillaires de l'*Iris germanica*, on voit, pl. XVI, fig. 3, qui représente une portion de la tige et un bourgeon, coupés verticalement, que le bourgeon *e*, qui naît dans l'aisselle de la feuille *d*, a ses fibres, encore transparentes, en communication avec le faisceau

foliaire et avec la zone vasculaire *a*; sa médulle externe communique directement avec la zone externe *b*, *b*, et dans l'intervalle des faisceaux vasculaires sa médulle centrale est en communication avec celle qui occupe le centre de la tige principale.

Dans les chaumes ou les tiges noueuses, les fibres des bourgeons sont en communication avec les plexus qui forment les diaphragmes.

Ainsi, les bourgeons des Monocotylédonés n'offrent pas de particularités qui puissent les distinguer de ceux des Dicotylédonées; seulement, nous l'avons dit, les bourgeons latéraux des Monocotylédonés avortent souvent. Cela peut tenir à ce qu'une partie des tissus qui les constituent, provenant du centre, sont arrêtés dans leur accroissement par la pression qu'ils éprouvent dans la zone d'accroissement, ou mieux encore parce que les fibres des Monocotylédonés ayant un accroissement borné, les bourgeons qui en procèdent doivent s'atrophier habituellement.

DES RACINES.

La structure encore peu étudiée des racines des Monocotylédonés est fort différente de celle des tiges; nous devons donc l'étudier d'une manière spéciale.

Les modifications qu'elles présentent sont, pour la plupart, des conséquences de la structure de la tige, et par conséquent elles nous fourniront des observations infiniment précieuses, car elles serviront à confirmer les faits que nous avons exposés en parlant des tiges: si, en effet, la contexture des fibrilles radicales ne s'explique que par la théorie que nous avons développée, nous trouverons dans cette concordance une raison de plus pour croire que cette théorie est parfaitement vraie.

Deux faits dominants sont à remarquer dans les racines :

1.° Les faisceaux vasculaires qui les composent ne sont pas formés par l'élongation successive des divers faisceaux qui sont créés dans la tige.

2.° Leur accroissement est exclusivement interne, les faisceaux s'accroissant du dehors en-dedans et les nouveaux faisceaux se créant au centre.

Nous allons démontrer successivement la vérité de ces deux principes fondamentaux. Voyons d'abord comment les racines sortent de la tige; nous examinerons ensuite leur accroissement.

Si l'on coupe longitudinalement un rhizome d'*Iris*, par exemple, en faisant passer la section par le milieu d'un tubercule radicellaire, c'est-à-dire d'une racine qui commence à se développer, on voit, pl. XVI, fig. 1, que le tubercule *f* a traversé la couche médullaire externe *e*, de manière que celle-ci l'entoure à la base en formant une sorte de gaîne semblable à la coléorhize et à la coléoptite qui accompagnent la radicelle et la gemmule des embryons monocotylédonés. Ce tubercule est transparent à l'extrémité, et couvert d'un épiderme mince, distinct de celui du rhizome.

La médulle externe du tubercule est continue avec celle du rhizome; sa médulle interne communique pareillement avec la médulle externe, et sa base *i* repose sur le tissu parenchymateux et transparent *c*, dans lequel se sont formées les fibres longitudinales *b*. La partie centrale *h* du tubercule est transparente c'est dans son intérieur que se développent les vaisseaux; elle se continue avec le tissu parenchymateux *c*.

Si l'on examine le tubercule à une époque plus avancée de son développement, on voit que les cordons vasculaires sont plus considérables; ils sont formés de vaisseaux rayés et ponctués; ils naissent par une sorte d'épatement, c'est-à-dire qu'ils sont composés de vaisseaux formés de pièces courtes, contournées, fasciculées, séparées ou réunies de diverses manières; ils s'accolent aux faisceaux *b* qui forment le cercle vasculaire externe du rhizome ou s'anastomosent avec eux.

Si l'on examine les racines du *Dracæna Draco*, on observera

des dispositions pareilles : le tubercule radicellaire sort de la zone médullaire externe, et les divisions que la racine produira successivement sortiront des branches principales par un procédé analogue. La fig. 5, pl. XIX, nous offre la coupe longitudinale d'une racine qui produit une branche, et nous prouve que les parties sont disposées comme dans la plante que nous avons examinée précédemment. Le rameau présente à sa base un petit repli qui indique que le tubercule qui l'a formé est sorti de la médulle externe; sa médulle externe *D'* est continue avec celle de la branche ; les faisceaux des vaisceaux E sont disposés comme nous l'avons déjà dit ; ceux qui sont formés les premiers se continuent manifestement avec les vaisseaux de la branche principale ; ils circonscrivent à leur origine un noyau médullaire qui est continu avec le tissu utriculaire placé entre les cordons parenchymateux de la branche principale et aussi avec les cordons eux-mêmes.

D'après cette disposition, on voit que ce noyau est continu avec la médulle centrale comme avec la médulle externe; les vaisseaux secondaires qui naissent dans le noyau médullaire du rameau peuvent ainsi pénétrer entre les faisceaux, et s'il y a entrecroisement entre les fibres de la branche principale et celles du rameau qu'elle a produit, ce n'est pas qu'il y ait des fibres créées à l'extérieur des faisceaux primitifs, et enfermant ainsi l'extrémité des fibres du rameau ; c'est que ces dernières ont pris naissance dans un point plus intérieur que les faisceaux primitifs.

Les fig. 6 et 7 nous offrent une coupe transversale d'une racine, faite pareillement au point où naît un rameau, et nous fait reconnaître les mêmes dispositions.

Si les extrémités des fibres d'une division d'une racine ne sont pas recouvertes par des fibres nouvelles qui s'ajouteraient à la surface extérieure de la racine qui lui a donné naissance, il n'en est pas de même pour les fibres des racines qui naissent

directement du *stipes*. Dans la tige, en effet, des fibres se forment souvent à l'extérieur, le point où sont nées les racines devient alors enfermé dans les zones fibreuses. C'est ce qu'on voit, en effet, dans le *Pandanus*, pl. XVIII, fig. 9; cette planche représente la tige et plusieurs racines fendues dans leur longueur, et l'on voit que l'origine des racines *a*, *a* est enfoncé dans la tige, et que leurs fibres, qui forment par leur réunion une partie conique, sont entrecroisées avec les fibres du *stipes*.

Dans d'autres végétaux, l'origine des racines reste extérieure. Ainsi dans l'*Arundo Donax*, pl. XVI, fig. 1, la racine B reste extérieure, parce qu'il ne se forme pas de fibres plus extérieures que le point où la racine a été formée.

Ainsi le mode d'origine des racines nous paraît suffisamment constaté : elles naissent d'un tubercule qui est formé par un point de la zone externe qui acquiert une plus grande activité vitale, et ses fibres sont accolées aux vaisseaux extérieurs ou anastomosées avec eux. Le point d'origine devient interne, s'il apparaît à l'extérieur des faisceaux d'une formation postérieure.

Ce mode de formation est une conséquence inévitable du mode d'accroissement des fibres caulinaires; les faisceaux parenchymateux de la tige des Monocotylédonés n'ayant point un accroissement continu comme ceux des Dicotylédonés, et les fibres destinées à former les feuilles qui doivent se développer postérieurement étant formées par la réunion des fibrilles qui sont produites successivement par les faisceaux primitifs, il en résulte que les faisceaux qui engendrent les parties nouvelles ne s'étendent pas jusqu'aux parties inférieures; conséquemment les racines de nouvelle formation ne peuvent se continuer avec les faisceaux des feuilles contemporaines; leur point d'origine n'est en contact qu'avec les fibres anciennes qui n'ont plus d'accroissement apparent. Les premiers vaisseaux des racines sont bien adhérents et comme continus avec ceux du *stipes*, mais les

vaisseaux subséquents ne seront pas en communication avec les vaisseaux qui auront été créés dans la tige.

La conséquence de ce fait, c'est que les racines ne sont jamais pivotantes; elles ne forment pas une sorte de tronc semblant la continuation du tronc aérien, se divisant comme lui, et ayant une surface d'accroissement en communication avec la zone dans laquelle se forment les nouveaux vaisseaux de la tige; le *stipes* est plus ou moins tronqué inférieurement, il est *succis*, et fournit latéralement à des hauteurs de plus en plus grandes des fibres radicales, qui sont comme indépendantes les unes des autres, et indépendantes aussi de ses faisceaux caulinaires.

Ainsi, comme nous l'annoncions, nous trouvons dans le mode de formation des racines une confirmation de la structure des tiges; car si le mode d'évolution des fibres radicales ne s'explique que par ce fait que les fibres nouvelles naissent toutes les unes des autres, à des hauteurs diverses, et qu'elles ne s'étendent pas dans la longueur du *stipes*, il faut bien que ce fait soit vrai.

Nous avons à étudier maintenant la structure et le mode d'accroissement des racines.

Si l'on coupe transversalement une très-jeune racine du *Dracæna Draco*, par exemple, pl. XIX, fig. 1, on voit qu'elle est formée d'une couche épidermique A roussâtre et assez épaisse, d'une médulle extérieure B, d'un cercle de fibres vasculaires, très-petites, se présentant sous la forme de points placés dans un cercle transparent, et d'une partie centrale transparente D.

Si l'on fait la section transversale d'une racine plus âgée, fig. 2, on trouve que vis-à-vis les fibres vasculaires primitives, du côté intérieur, apparaissent des parties transparentes, qui sont maintenant séparées les unes des autres et constituent des faisceaux parenchymateux distincts, parce que le tissu utriculaire placé dans leurs intervalles a pris la forme médullaire, c'est-à-dire que les utricules sont larges, vides, etc.

Plus tard, fig. 4, on remarque que des vaisseaux à parois solides et bien visibles se sont formés dans la partie parenchymateuse des faisceaux extérieurs; parmi ces nouveaux vaisseaux, les extérieurs ont un diamètre plus petit que les intérieurs; les extérieurs se touchent, les intérieurs sont séparés par des intervalles parenchymateux. Les faisceaux primitifs sont inégaux, plus ou moins irréguliers, plus ou moins alongés vers le centre.

Pendant que les faisceaux primitifs se constituaient, de nouveaux faisceaux se sont créés au centre; ainsi si ont fait une coupe sur une racine plus avancée en âge, ou sur une portion moins proche de l'extrémité, on voit, fig. 3, que la portion centrale contient un faisceau parenchymateux, E, au centre duquel est un vaisseau assez grand.

A une époque encore plus avancée, fig. 4, on voit se développer au centre un grand nombre de faisceaux parenchymateux arrondis, contenant un vaisseau au centre; quelquefois deux de ces faisceaux se soudent et constituent un faisceau alongé, muni de deux vaisseaux comme E; d'autres fois un faisceau central se soude à l'extrémité d'un faisceau du cercle extérieur comme F.

Ces seules observations suffiraient pour prouver que l'accroissement des racines se fait intérieurement, puisqu'on voit les premiers vaisseaux former le cercle extérieur, puis les faisceaux parenchymateux primitifs se constituer du côté interne; les vaisseaux subséquents se montrer successivement du dehors en-dedans; enfin la médulle centrale, qui était primitivement toute transparente, montrer successivement de plus en plus de faisceaux parenchymateux perforés de vaisseaux; enfin on ne voit pas de fibres se développer en-dehors du cercle vasculaire qui s'est tout d'abord offert à l'observateur.

Ces faits sont confirmés par l'examen des racines des plantes du même ordre : ainsi le *Yucca aloïfolia*, pl. XVII, fig. 4, présente, dans sa coupe transversale : l'épiderme *a*, la médulle *b*, à utricules

hexagonales, *aréolaires* (non succulentes) dont la partie interne *c* est plus dense, puis un cercle parenchymateux *d*, dont la partie voisine de *c* est transparente; ce cercle contient des séries convergentes de vaisseaux d'une grande ténuité; enfin des faisceaux centraux contenant des vaisseaux assez grands, mais à parois minces.

Dans un âge plus avancé, on ne trouve pas de nouveaux vaisseaux à l'extérieur, mais toute la partie centrale est dure, solide, pleine de vaisseaux apparents. Les faisceaux extérieurs ont des vaisseaux plus apparents aussi, mais comme les cellules parenchymateuses qui les avoisinent sont devenues grandes et vides, elles se confondent avec eux, de sorte qu'on ne distingue plus aussi nettement les séries convergentes de vaisseaux. Le tissu qui se trouve entre les faisceaux vasculaires reste parenchymateux.

L'*Aloe fruticosa* nous présentera une disposition tout-à-fait semblable à celle du *Dracæna*, par exemple. Ainsi, la coupe transversale d'une racine très-jeune, pl. XVI, fig. 1, présente après la médulle externe un cercle de vaisseaux apparents dès l'origine, naissant dans une zone parenchymateuse, et déjà, vis-à-vis les vaisseaux primitifs, sont des parties plus transparentes dans lesquelles vont se développer les séries convergentes de vaisseaux.

Dans une racine plus âgée, fig. 2, la zone parenchymateuse est déjà séparée en faisceaux distincts, et les parties transparentes, qui étaient en-dedans des vaisseaux primitifs, se trouvent pleines de vaisseaux.

Dans un âge plus avancé encore, fig. 3, le cercle extérieur est formé de faisceaux qui se sont encore plus développés en-dedans et qui ont un plus grand nombre de vaisseaux, et déjà au centre on trouve quelques faisceaux isolés, arrondis, contenant un vaisseau dans leur milieu.

Enfin, dans le dernier état d'accroissement, fig. 4, les faisceaux extérieurs contiennent des vaisseaux nombreux,

fermes et solides, dont les extérieurs sont d'un diamètre excessivement petit, les intérieurs devenant de plus en plus grands, ces faisceaux sont séparés par du tissu aréolaire intérieurement et extérieurement, de sorte qu'en-dehors, la partie externe forme un angle saillant, et que lorsqu'on examine une racine dépouillée de médulle externe, on voit, comme dans la fig. 5, que la face extérieure présente des saillies longitudinales non anastomosées.

En même temps que les faisceaux du cercle extérieur de la fig. 4 se sont solidifiés, qu'ils ont formé un plus grand nombre de vaisseaux et se sont alongés vers le centre, la partie centrale s'est complètement remplie de faisceaux arrondis, contenant un grand vaisseau au milieu, tantôt libres, tantôt soudés entre eux, tantôt unis avec l'extrémité interne des faisceaux du cercle extérieur.

La section transversale de la racine du *Pandanus odoratissimus*, pl. XVII, fig. 1 et 2, nous présentera aussi une couche épidermique *a*, une médulle externe *b*, un cercle régulier de faisceaux parenchymateux, *d*, inégaux, présentant à l'extérieur des vaisseaux très-petits, puis d'autres vaisseaux qui deviennent plus grands à mesure qu'ils s'approchent du centre ; le centre est rempli de faisceaux arrondis, isolés ou confluents, contenant des vaisseaux assez grands.

Les faisceaux qui composent le cercle extérieur constituaient primitivement une zone parenchymateuse continue ; actuellement ils sont séparés par des lignes foncées. Ces faisceaux sont alternativement plus petits et plus grands ; les plus grands sont déjà évidemment vasculaires, que les petits ne présentent encore à l'extérieur qu'une ponctuation noirâtre.

Un fait remarquable qu'il faut observer dans cette racine, c'est que dans la médulle externe on trouve une grande quantité de faisceaux parenchymateux, *c*, *c*, isolés, sans vaisseaux, formés d'utricules alongées, à parois jaunâtres et épaisses ; au

centre des utricules est une petite ponctuation. Par la macération, on peut facilement isoler ces faisceaux qui se présentent alors sous la forme de fibres assez fines, qui entourent les faisceaux centraux qui forment un axe solide. Ces fibres extérieures sont-elles formées en même temps que le cercle régulier, ou sont-elles un premier indice d'un accroissement externe ? De nouvelles observations sont nécessaires pour décider ces questions.

D'autres preuves nous démontreront, plus péremptoirement encore que celles que nous avons accumulées, la vérité de la théorie relative à l'accroissement des racines des Monocotylédonés. Si l'accroissement est interne, les fibres ne doivent pas s'entrecroiser; effectivement, on ne rencontre pas d'entrecroisement dans les fibres des racines des Monocotylédonés; et de plus, si les faisceaux vasculaires de ces racines s'accroissent en sens inverse des faisceaux qui composent la tige des Dicotylédonés, les diverses espèces de vaisseaux doivent être rangées en sens contraire; or, c'est précisément ce qu'on peut observer.

Si l'on coupe longitudinalement la racine d'un *Pandanus*, par exemple, pl. XVIII, fig. 9, *a*, *a*, ce qui frappe, au premier coup-d'œil, c'est le parallélisme de toutes les fibres; les faisceaux de la tige s'entrecroisent d'une manière inextricable; loin de leur ressembler, les fibres de la racine sont longitudinales, simples et comme soudées l'une à l'autre dans toute leur longueur.

Le parallélisme des faisceaux vasculaires des racines peut s'observer pareillement dans l'*Aloe fruticosa*, pl. XVI, fig. 6; le *Dracæna*, pl. XIX, fig. 5 et 5 *bis*. La coupe verticale de leurs racines montre une disposition toute semblable à celle observée dans le *Pandanus*, etc. Lorsque l'accroissement de ces racines n'est point achevé, comme dans la figure 5 *bis* du *Dracæna*, on voit que le faisceau vasculaire externe, *c*, est composé de plusieurs vaisseaux dans sa partie inférieure, mais

que vers l'extrémité de la racine il n'en a plus qu'un, qui semble se continuer avec le vaisseau qui se trouve interne dans le bas du faisceau; par conséquent, les vaisseaux de la partie qui vient d'être formée sont plus intérieurs que ceux des parties plus anciennes, et par conséquent aussi l'accroissement est interne. On voit que dans ce mode de formation, il ne doit y avoir ni entrecroisement, ni épanouissement des faisceaux fibreux; les premiers vaisseaux s'étendent jusqu'à la partie encore transparente, qui forme alors l'extrémité de la racine, et qui est garnie de bouches absorbantes; quand celle-ci s'alonge, les vaisseaux qui s'étendent dans la partie nouvelle viennent de la partie interne des premiers faisceaux, et ainsi de suite; de sorte que les fibres de chaque élongation peuvent être considérées comme formant des tubes qui s'emboitent les uns dans les autres.

Les fibres nouvelles se forment dans la partie transparente D, qui se trouve du côté interne du faisceau primitif; elles attestent ainsi que l'accroissement se fait vraiment vers le centre. De plus, postérieurement à la formation des faisceaux vasculaires dont nous venons de parler, il se forme dans la partie centrale des faisceaux E, qui iront constituer les parties extrêmes des racines, et dans la médulle F on observe, vers l'extrémité des lignes transparentes *f'*, qui sont les parties parenchymateuses dans lesquelles se formeront postérieurement des vaisseaux. On ne peut donc douter que l'accroissement ne soit réellement intérieur.

La section longitudinale de la racine de l'*Aloe fruticosa*, pl. XVI, fig. 6, présente les mêmes dispositions que celles que nous venons de décrire, et confirme, par conséquent, la théorie que nous établissons.

Pour lui donner le dernier degré de certitude, nous n'avons plus qu'à montrer quel est l'ordre respectif qu'affectent, dans leur arrangement, les diverses espèces de vaisseaux. Cet

ordre est l'inverse de celui qu'on observe dans les faisceaux qui s'accroissent par le côté extérieur; dans ces derniers les trachées sont les plus internes, après elles viennent les vaisseaux fendus, les vaisseaux poreux d'un petit diamètre, puis ceux d'un grand diamètre, etc.; c'est-à-dire que les vaisseaux les premiers formés sont placés en-dedans des autres. Dans les faisceaux des racines, on observe une disposition contraire. Si l'on fend, par exemple, une racine de l'*Aloe fruticosa*, pl. XVI, fig. 8, en faisant passer la section par la partie moyenne d'un des faisceaux qui forment le cercle extérieur, on voit, en allant de dehors en-dedans, la médulle corticale A formée d'utricules très-minces, irrégulièrement hexagonales, alongées, marquées de ponctuations transparentes, puis une couche, B, d'utricules alongées, tubuleuses, ponctuées; vient ensuite le faisceau vasculaire, C, composé de six à sept vaisseaux; le plus extérieur est une trachée très-petite, les autres sont des vaisseaux rayés, qui ont un volume d'autant plus grand qu'ils sont plus intérieurs. Les vaisseaux externes, d'un très-petit volume, sont ceux qui sont formés les premiers, et sont ceux qui forment les points opaques qu'on remarque déjà dans la section transversale faite sur une racine dans laquelle la *plu*part des tissus sont encore transparents.

Si l'on examine un faisceau dans la racine, à l'époque de son premier développement, on voit tout aussi bien la disposition que nous venons de voir dans une racine dont le développement est presque achevé; ainsi le faisceau représenté par la figure 7, qui provient de la jeune racine représentée par la figure 6, nous offre une très-petite trachée, placée en-dehors, touchant la médulle corticale. Puis, du côté interne, est un autre vaisseau, marqué de fentes transversales, souvent parallèles et régulières, quelquefois dérangées et confondues; l'extrémité de ce vaisseau paraît en cône, elle est transparente, à fentes peu visibles. Dans la partie inférieure, un second vais-

seau semblable est ajouté au côté intérieur du premier groupe.

Dans le *Dracœna Draco* on rencontrera un arrangement semblable. Ainsi la figure 9 de la planche XIX présente la coupe d'un faisceau externe : *a* est la médulle externe, *b* un des faisceaux primitifs, contenant des vaisseaux, dont le plus externe est une trachée, mais à lame très-serrée, susceptible cependant de se dérouler; *c* est un interstice parenchymateux, séparant le premier groupe vasculaire du second groupe, formé d'un vaisseau rayé, *d*, et d'un vaisseau ponctué, *e*.

Les vaisseaux ponctués sont d'un diamètre encore médiocre; dans les faisceaux arrondis qui se trouvent au centre de la tige et qui ont été formés postérieurement, les vaisseaux sont beaucoup plus gros. La figure 8 nous montre la coupe verticale de l'un de ces faisceaux; A A est le tissu médullaire qui entoure le faisceau parenchymateux, B B le tissu parenchymateux, C le vaisseau d'un grand diamètre, marqué de raies régulières, disposées en plusieurs séries, ou de ponctuations confuses. Parfois, entre les séries de raies transversales, on voit des lignes opaques, D, D, qui pourraient faire croire que le grand tube est formé de plusieurs plus petits, accolés entre eux; mais elles ne sont produites que par des débris de tissu utriculaire; le diamètre du vaisseau est facile à constater par la coupe transversale. La même structure se montrera dans la coupe verticale des faisceaux du *Yucca aloifolia*, pl. XVII, fig. 5, du *Pandanus odoratissimus*, pl. XVII, fig. 3, etc.

Il est inutile que nous nous attachions à accumuler un plus grand nombre de preuves; celles que nous avons réunies sont parfaitement suffisantes pour établir quel est l'arrangement des vaisseaux dans les faisceaux des racines et quel est leur mode de développement. Il est bien avéré que les racines des Monocotylédonés n'ont qu'un accroissement interne; elles s'accroissent comme l'écorce des Dicotylédonés et ressemblent parfaitement à ce dernier organe, non par la nature des parties qui les consti-

tuent, puisqu'elles renferment les deux ordres de vaisseaux, mais seulement par la manière dont s'ajoutent les parties nouvelles aux anciennes.

Il résulte du mode d'accroissement, tel que nous venons de le décrire, que les rameaux qui composent les racines fibreuses des Monocotylédonés n'augmentent guère de volume ; ils sont d'égale épaisseur à la base et au sommet, et leur extrémité seule s'accroît, parce que les fibres internes s'alongent plus que celles qui ont constitué le cercle primitif à la base, et que, les dépassant, elles vont constituer les vaisseaux de la partie nouvelle.

Ainsi sont démontrés les deux faits que nous avons posés, savoir : Que les racines ne sont pas l'élongation directe des fibres caulinaires, et que leur accroissement est interne ; elles sont véritablement *endogènes*. Si donc la théorie, qui établit que *l'accroissement des Monocotylédonés est exclusivement extérieur*, doit être regardée comme en partie erronée, quant aux tiges, puisque les fibres de celles-ci sont formées autant dans la partie centrale qu'à la périphérie ; elle doit être regardée comme entièrement fausse, quant aux racines, puisque généralement les parties nouvelles se produisent exclusivement au centre.

CONSIDÉRATIONS SUR LA NUTRITION.

L'absorption des substances nutritives, la circulation des liquides séveux, les élaborations qu'ils doivent subir, et la nutrition, s'effectuent dans les Monocotylédonés comme dans les Dicotylédonés. Le cours de la sève aura cependant une différence : puisque, dans les Monocotylédonés les éléments constitutifs ne sont pas séparés en deux systèmes, mais qu'ils constituent les mêmes fibres, les sucs nutritifs, doivent nécessairement rencontrer les voies d'ascension et de descension dans les mêmes cordons; ils doivent se comporter exactement comme

ils le font dans les Dicotylédonés, dont la tige est encore formée de faisceaux arrondis et isolés.

Une autre différence existe encore ; les fibres des Monocotylédonés ne s'étendant pas dans toute la longueur du végétal, depuis les feuilles jusqu'aux extrémités des racines, il en doit résulter que celles-ci ont, en quelque sorte, un accroissement indépendant : leurs fibres premières sont en communication avec certains vaisseaux de la tige, et peuvent leur conduire les sucs absorbés, mais elles ne seront plus en communication avec les nouvelles fibres naissant des anciennes, conséquemment les fibres nouvelles ne pourront continuer à leur fournir directement les matériaux de leur accroissement. C'est sans doute à cause de cette disposition qu'il sort toujours du *stipes* de nouvelles racines qui sont en communication avec les fibres nouvelles, et elles sortent toujours de plus en plus haut, parce que généralement les fibres nouvelles naissent de celles qui les ont précédées à une certaine hauteur. Ainsi, dans le *Pandanus*, pl. XVIII, fig. 9, on voit les racines sortir de points très élevés et descendre vers la terre.

Nous nous arrêterons ici. Nous ne donnerons pas plus d'extension à ce travail, qui n'avait pour but que d'essayer de jeter quelque jour sur les faits dominants de l'anatomie et de la physiologie des végétaux. Nous résumerons seulement en quelques mots les vérités principales que nous avons cherché à étayer d'observations directes.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL.

ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DES VÉGÉTAUX.

Les végétaux sont composés de *principes élémentaires* empruntés au règne inorganique.

Ces éléments se combinent sous l'influence des forces vitales et forment les *principes immédiats.*

Ces principes qui, pour la plupart, ne diffèrent les uns des autres que par les proportions des corps qui les composent, constituent, par leur réunion, les éléments organiques.

Les premiers éléments des organes sont les *globules* qu'on rencontre dans les sucs élaborés, et qui semblent jouir d'une vie propre.

Les globules plus développés constituent la *globuline*, la *chlorophylle*, la *fécule*, etc.

Par leur cohésion, ils forment des *lamelles*, dont l'ensemble constitue le tissu *lamellaire*, base de toutes les parties du végétal.

Le tissu lamellaire se présente sous deux formes :

Le tissu *utriculaire ;*

Le tissu *vasculaire.*

Le tissu *utriculaire* est formé d'utricules ou petits sacs agglutinés les uns aux autres.

Les utricules varient par leurs formes, leur consistance, etc.

Elles sont hexagonales, arrondies ou alongées, tronquées ou fusiformes, rameuses, etc.

Elles sont à parois simples, ou garnies à l'intérieur de lames libres et roulées en spirale (utricules spiralées), ou soudées, et formant des fentes (utricules scalariformes), ou formant des pores larges ou étroits, régulièrement ou confusément distribués (utricules poreuses.)

Elles sont dans leur jeunesse excessivement minces et trans-

parentes, elles deviennent sèches ou *aréolaires* (**médulleuses**), *succulentes*, *parenchymateuses*.

Les utricules sont *vides* ou pleines de *globuline*, ou de *fusidies*, ou de quelques autres corps de forme particulière. Elles sont incolores, ou colorées en vert ou en jaune, etc., par la *chlorophylle* ou les sucs du végétal.

Le tissu *vasculaire* se compose de deux ordres de vaisseaux :

Les vaisseaux *propres* ou vaisseaux du *latex*, ou vaisseaux *corticaux*.

Les vaisseaux *trachéens*, ou *ligneux*, ou *centraux*.

Les premiers sont simples ou rameux, et anastomosés. Leurs parois sont simples, transparentes. Ils contiennent des sucs plus ou moins colorés.

Les deuxièmes ne contiennent pas de liquides colorés. Ils ont intérieurement des lames appliquées contre leurs parois. Ces lames sont libres, spiralées, déroulables dans les *trachées* ;

Soudées d'espace en espace dans les *fausses trachées* ou vaisseaux *fendus* ;

Soudées de mille manières dans les vaisseaux *poreux*.

Elles présentent ces diverses modifications dans les vaisseaux *mixtes*.

Les vaisseaux trachéens sont parfois formés de pièces placées bout à bout ; on les nomme alors *articulés*.

Tous ces vaisseaux ne sont qu'une modification d'un même type ; on voit toutes les nuances entre les divers modes d'organisation ; mais les diverses variétés de vaisseaux ne se transforment pas les unes dans les autres.

Le tissu vasculaire lui-même n'est qu'une modification du tissu utriculaire.

Les vaisseaux propres sont analogues aux utricules à parois simples.

Les vaisseaux trachéens sont analogues aux utricules spiralées, scalariformes ou poreuses.

Les vaisseaux *articulés* forment le passage naturel entre les deux tissus.

Certains végétaux sont uniquement composés de tissu *utriculaire* ou cellulaire ; on les nomme végétaux *cellulaires*.

On nomme *vasculaires* les végétaux formés à-la-fois de tissu utriculaire et de vaisseaux.

Les végétaux vasculaires sont divisés en deux grandes classes, les Dicotylédonés et les Monocotylédonés, dont la structure est différente.

DICOTYLÉDONÉS.

DES TIGES.

A. *Disposition des parties.*

Les tiges des Dicotylédonés, au moment de leur formation, sont formées de tissu utriculaire transparent, succulent, incomplètement organisé.

Elles présentent bientôt des points plus succulents, plus colorés, qui constituent des cordons ou *faisceaux parenchymateux.*

Le tissu qui environne ces cordons devient ordinairement *médullaire* ou aréolaire.

Les faisceaux parenchymateux forment un cercle dans la tige.

Ils sont souvent alternativement plus volumineux ; parfois alternativement plus internes.

Ils contiennent des vaisseaux des deux ordres.

Les vaisseaux propres sont placés vers la périphérie des faisceaux, mais surtout dans la portion externe de la circonférence.

Les vaisseaux trachéens sont placés dans la portion interne des faisceaux.

Ils sont placés dans l'ordre suivant, en allant du côté interne au côté externe :

1.° Trachées d'un petit diamètre, à lames peu nombreuses, écartées.

2.° Trachées à diamètre plus grand, à lames plus nombreuses, ayant leurs bords en contact.

3.° Trachées plus grosses encore, à lames soudées, laissant entre elles des fentes.

4.° Trachées d'un plus grand volume, à lames ne laissant entre elles que des pores réguliers.

5.° Trachées à ponctuations petites et confuses, etc.

La portion du tissu parenchymateux qui se trouve placée entre le groupe des vaisseaux trachéens et celui des vaisseaux propres, reste transparente.

Les autres utricules se solidifient.

Les utricules centrales sont presque oblitérées, et n'ont plus qu'une ponctuation centrale.

La cavité va en augmentant dans les utricules extérieures, de sorte que le tissu parenchymateux se nuance avec le tissu médullaire.

La couleur des faisceaux parenchymateux s'affaiblit sur les bords, de manière qu'elle se nuance aussi avec celle des tissus environnants.

Les faisceaux parenchymateux, se trouvant au milieu du tissu médullaire de la tige, le partagent en trois parties :

La *médulle centrale*, ou la partie occupant le centre de la tige.

Les *rayons médullaires*, ou la partie placée entre les faisceaux.

La *médulle corticale*, ou la partie placée plus en-dehors que les faisceaux.

Dans la médulle centrale, on voit parfois des parties parenchymateuses qui se sont séparées de la partie interne des faisceaux primitifs.

Dans la médulle corticale, on voit parfois aussi des portions parenchymateuses séparées des faisceaux primitifs, et formant ou des faisceaux épars, ou des cercles irréguliers, ou des cercles réguliers, et parfois continus.

Dans les rayons médullaires, on voit une zone transparente qui disparaît dans les tiges annuelles, dont l'accroissement est borné, mais qui persiste dans les autres, et qu'on voit toujours dans le principe.

Cette zone divise le rayon médullaire en deux parties, l'une externe, l'autre interne.

Elle correspond à l'interstice transparent qui, dans les faisceaux, se trouve entre les vaisseaux trachéens et les vaisseaux propres.

Conséquemment les parties transparentes forment une zone complète qui divise la tige en deux portions, une *centrale* ou ligneuse, une extérieure ou *corticale*.

Conséquemment la totalité des faisceaux parenchymateux n'appartient pas au système central; la portion placée en-dehors de l'interstice transparent fait partie de l'écorce; et il en est de même des rayons médullaires, dont la portion externe fait partie du système cortical, formant ce qu'on nomme les *prolongements médullaires de l'écorce.*

B. *Accroissement. — Première période d'accroissement.*

Nous avons dit que les groupes vasculaires sont formés dans les faisceaux parenchymateux :

Les premiers vaisseaux propres vers la périphérie, mais particulièrement dans la portion externe des faisceaux;

Les premiers vaisseaux trachéens dans la portion centrale des faisceaux.

Entre ces deux groupes est l'interstice transparent qui est formé par un tissu encore incomplet, qui n'est que du *cambium* exhalé, dont l'organisation n'est pas encore achevée.

Cette zone gélatineuse s'organise bientôt, et forme du tissu parenchymateux, dont les caractères deviennent de plus en plus apparents, et dans lequel on observe de nouveaux groupes de vaisseaux trachéens qui sont placés vers la face externe

des vaisseaux de même nature primitivement formés, et de nouveaux groupes de vaisseaux propres, placés vers la face interne des groupes des vaisseaux propres qui les ont précédés.

Entre ces groupes de vaisseaux propres et de vaisseaux trachéens, il y a encore un interstice gélatiniforme qui s'est reformé, et qui sépare les deux ordres de vaisseaux.

Un accroissement analogue a eu lieu dans les rayons médullaires, c'est-à-dire que les portions internes et externes de l'intervalle transparent ont pris les caractères du tissu médullaire, et qu'un nouveau tissu transparent s'est formé entre ces portions, rejetant ainsi la portion externe en-dehors, et enfermant la portion interne dans la partie centrale de la tige.

Cet accroissement interstitiel explique comment se sont formées les parties parenchymateuses qui se trouvent en-dedans des faisceaux parenchymateux et dans la médulle corticale.

Les parties qui se trouvent en-dedans des faisceaux parenchymateux se sont ainsi formées : les premiers vaisseaux trachéens n'ont pas été créés dans la partie la plus interne des faisceaux, une portion parenchymateuse est restée d'abord sans vaisseaux; une trace parenchymateuse, touchant les premiers vaisseaux, est devenue aréolaire ou médullaire; la partie interne du faisceau s'est trouvée alors isolée dans le centre.

Les portions parenchymateuses de l'écorce ont ainsi été formées : elles étaient primitivement placées contre l'interstice d'accroissement, mais par la création successive de parties nouvelles dans la zone gélatineuse, elles ont été repoussées en-dehors, et ont constitué la partie extérieure du système cortical, où elles forment, soit des faisceaux isolés, soit des cercles irréguliers ou réguliers, soit des couches continues. Elles sont séparées des parties subséquentes, parce que des cercles utriculaires ont pris les caractères du tissu médullaire.

Il y a des végétaux dont l'accroissement, essentiellement borné, se réduit à ces premières créations.

Leurs faisceaux vasculaires restent arrondis.

L'interstice gélatiniforme de ces faisceaux se solidifie de plus en plus, sans être remplacé par un nouvel interstice de tissu transparent.

L'interstice des rayons médullaires disparaît aussi par solidification.

La zone interstitielle d'accroissement n'est plus alors visible, et le système central ne peut être séparé du système cortical.

Ces dispositions se remarquent dans un certain nombre de tiges annuelles.

Deuxième période d'accroissement.

Dans un grand nombre de végétaux, l'accroissement ne se borne pas à la solidification des faisceaux parenchymateux arrondis.

Au fur et à mesure que les parties transparentes s'organisent et contiennent de nouveaux vaisseaux, une autre partie transparente se forme entre les parties ligneuses et les parties corticales.

De nouveaux groupes vasculaires se verront bientôt dans la zone qui vient d'être formée, et une zone transparente apparaîtra encore entre les vaisseaux trachéens qui sont formés contre les vaisseaux trachéens anciens et les vaisseaux propres placés contre les vaisseaux de même nature qui les ont précédés.

Le tissu parenchymateux dans lequel doivent se créer les groupes vasculaires récents se reformant toujours entre les groupes ligneux et les groupes corticaux, le système central se trouvera toujours séparé du système cortical; les vaisseaux trachéens seront toujours de plus en plus enfermés au centre et recouverts par les vaisseaux nouveaux; les vaisseaux corticaux seront toujours rejetés en-dehors.

Ainsi les faisceaux parenchymateux s'alongent par la partie

extérieure de leur portion centrale, par la partie intérieure de leur portion corticale.

Ces parties croissantes des faisceaux parenchymateux se sont en même temps élargies, puisqu'elles occupent des circonférences de plus en plus grandes.

La portion centrale de chaque faisceau devient à-peu-près triangulaire, et tend à toucher la partie correspondante des faisceaux voisins.

Il en résulte que les groupes vasculaires tendent à former un cercle régulier tout autour de la tige.

Les groupes vasculaires devenant plus nombreux, puisqu'une circonférence de plus en plus grande est appelée à les former, il y a entre eux de nouveaux intervalles utriculaires.

Ces intervalles sont rectilignes, parce que les groupes vasculaires naissent toujours vis-à-vis les uns des autres.

Conséquemment les lignes médullaires rayonnent vers la circonférence et constituent ainsi de nouveaux rayons médullaires qui ne vont pas jusqu'au centre.

Les nouveaux groupes vasculaires ne sont pas appliqués immédiatement contre les anciens; il y a une partie utriculaire qui les sépare.

Les intervalles utriculaires placés entre les groupes vasculaires qui forment une série rayonnante, correspondent aux intervalles utriculaires des séries voisines; ils sont ainsi disposés circulairement autour de la tige, et forment conséquemment des *circonférences médullaires*.

Les circonférences médullaires ne sont pas aussi régulières que le sont les rayons médullaires, parce que les intervalles utriculaires d'une série ne correspondent pas toujours exactement aux intervalles des séries voisines, et qu'ils en sont séparés par les rayons médullaires qui n'ont pas constamment la même conformation que les intervalles médullaires.

Les rayons médullaires primitifs ont un accroissement

insterstitiel, comme les faisceaux parenchymateux, et se sont alongés comme eux, dans leur partie centrale et leur partie corticale.

Lorsqu'à la fin de l'année l'accroissement s'arrête, les faisceaux parenchymateux se touchent, ils constituent une *couche ligneuse*. Dans cette couche, les groupes vasculaires du système central, ou *fibres ligneuses*, forment, comme il vient d'être dit, des cercles réguliers; ils sont séparés par des lignes rayonnantes, dont les unes viennent du centre; ce sont les rayons médullaires primitifs, et dont les autres commencent dans les faisceaux mêmes, ce sont les rayons médullaires secondaires; ces fibres sont encore séparées par des intervalles médullaires concentriques, ce sont les circonférences médullaires.

La portion corticale s'est accrue de la même manière. Mais ses rayons ou *prolongements* médullaires, et ses circonférences médullaires sont moins visibles, parce que souvent les vaisseaux propres ne peuvent se distinguer du tissu utriculaire, de sorte que toutes les parties semblent se confondre. Du reste, les prolongements médullaires situés entre les fibres de l'écorce sont placés bout à bout avec les rayons médullaires, dont ils semblent former le prolongement.

Ainsi est achevée la deuxième période d'accroissement. Après cette phase annuelle, qui a constitué la première couche, le système cortical et le central sont encore séparés par une ligne interstitielle transparente, mais à la fin de l'année celle-ci est peu épaisse et peu distincte.

Troisième période d'accroissement.

Lorsque, par le retour du printemps, l'accroissement recommence, le *cambium* s'exhale en abondance dans la zone interstitielle d'accroissement; la couche transparente, placée entre le bois et l'écorce, se développe et s'organise.

De nouvelles fibres vasculaires s'engendrent dans la portion

En effet, bien que le canal médullaire ne paraisse pas dans le plus grand nombre des racines, on voit cependant qu'il se continue plus ou moins loin dans cet organe et qu'il diminue insensiblement. Certaines plantes ont un canal médullaire qui se continue sans changement dans la racine et dans ses divisions. Si le plus grand nombre a un canal médullaire qui devient moins visible dans les racines, c'est parce que les faisceaux vasculaires sont plus flexueux et plus irrégulièrement unis entre eux.

Les rayons médullaires existent aussi dans les racines; si parfois ils ne sont pas bien visibles, c'est aussi à cause de la flexuosité et des anastomoses des fibres.

Les couches vasculaires des racines sont aussi bien formées que celles des tiges; elles ne présentent que quelques différences insignifiantes; ainsi les racines charnues ont quelquefois des circonférences médullaires très-développées.

Les vaisseaux caulinaires se continuent dans la racine sans aucune interruption. Les trachées pénètrent dans un grand nombre de racines; on doit dire cependant que souvent elles y sont rares et qu'elles n'arrivent pas dans les divisions du tronc radiculaire; quelquefois on ne peut les observer dans aucune partie de la racine, comme si le premier cercle des vaisseaux ne s'était pas étendu jusqu'au *caudex* descendant.

On observe aussi que le nombre des faisceaux vasculaires diminue dans les racines. On est disposé à croire que les parties nouvelles leur arrivent d'en haut, et que généralement elles n'ont point la propriété de créer des parties nouvelles, que les éléments de celles-ci proviennent de la tige, ce qui fait que lorsqu'on coupe la plante au-dessous du collet, la racine meurt. On peut donc penser que la racine est l'expansion inférieure des fibres caulinaires, comme les feuilles en sont l'expansion supérieure.

Du reste, le système cortical et le système central sont séparés dans la racine par une zone transparente, comme dans la

tige, et l'accroissement du corps ligneux et de l'écorce s'opère dans les deux organes de la même manière.

DES FEUILLES.

Les feuilles sont la terminaison des fibres caulinaires qui s'échappent de la tige et s'épanouissent en se divisant.

La disposition des fibres caulinaires détermine la disposition des feuilles. Il faut donc étudier l'arrangement des fibres caulinaires et leur mode d'épanouissement.

Nous étudierons successivement l'arrangement des fibres des feuilles opposées, des feuilles verticillées, des feuilles alternes.

A. *Feuilles opposées.*

Les faisceaux de deux feuilles opposées forment un cercle complet autour du centre de la tige. Leur nombre n'est pas le même dans toutes les plantes : le nombre des faisceaux caulinaires est pair ; chaque feuille en a la moitié, et la moitié constitue un nombre impair.

Il y aura donc un faisceau médian ; il correspondra à la nervure médiane de la feuille et se trouvera exactement à l'opposite de la nervure médiane de la feuille du même nœud.

Les faisceaux latéraux sont dans les deux feuilles en nombre égal ; parfois les faisceaux latéraux externes s'anastomosent avec les faisceaux correspondants de la feuille opposée, et de l'arcade anastomotique partent des fibres ; de sorte que, au moyen de ces fibres secondaires, les feuilles reçoivent plus de fibres qu'il n'y a de faisceaux dans le cercle caulinaire. Ex. *Centranthus*, etc.

Parfois, les fibres secondaires semblent venir des faisceaux médians des feuilles du verticille supérieur, Ex. *Sambucus*.

Les fibres du verticille immédiatement supérieur sont placées entre les fibres du premier verticille, de manière que le nombre des faisceaux caulinaires est double de celui exigé pour la formation de chaque verticille.

Les fibres du deuxième verticille sont disposées de manière que les faisceaux médians se trouvent de chaque côté entre les fibres qui appartiennent à une feuille et celles qui appartiennent à l'autre feuille. Les fibres latérales sont placées entre les fibres latérales du premier verticille. Conséquemment les feuilles opposées sont exactement en croix.

Les fibres destinées à former les feuilles du troisième, du quatrième verticille, etc., forment souvent un faisceau entre celles des deux premiers verticilles; de manière qu'alors le nombre des faisceaux du cercle caulinaire est quadruple de celui exigé pour former un verticille. Elles forment les verticilles supérieurs en reformant les fibres épanouies; elles opèrent cette reformation par le procédé suivant: les fibres intercalaires envoient un cordon au-dessus de chaque fibre qui s'est échappée de la tige au premier verticille; ce cordon s'anastomose en arcade avec un cordon semblable du faisceau placé de l'autre côté de la fibre épanouie, et forme une fibre nouvelle qui va concourir à former le troisième verticille.

Au-dessus du deuxième verticille, les fibres intercalaires remplacent par le même procédé les fibres qui ont constitué ce verticille, et donnent ainsi naissance à de nouvelles fibres, qui, après avoir pris la place de celles qui sont épanouies, s'en vont former le quatrième verticille, et ainsi de suite. Il résulte de là que les fibres du premier, du troisième, du cinquième, du septième verticille se correspondront, que celles du deuxième, du quatrième, du sixième, du huitième se correspondront de leur côté.

Il résulte encore du mode de formation que nous venons d'indiquer que les faisceaux foliaires sont composés de deux fibres accolées : tous sont dans ce cas, car les faisceaux des feuilles cotylédonaires elles-mêmes sont formés de deux cordons géminés.

Les faisceaux réparateurs ne forment pas toujours des fais-

ceaux isolés entre les faisceaux du premier et du deuxième verticille.

Quelquefois les fibres de tous les verticilles sont séparées, de manière qu'elles forment des faisceaux fort nombreux; alors toutes les fibres se touchent bientôt et forment une couche continue. Ex. *Phyllis*, etc.

D'autres fois les cordons réparateurs s'accolent aux fibres mêmes qu'ils doivent réparer : aux points d'épanouissement ils s'écartent de chaque côté et se réunissent au-dessus de la fibre épanouie. Dans ce cas, le nombre des faisceaux caulinaires est seulement double du nombre nécessaire pour former un verticille et les faisceaux réparateurs ne formant pas des cordons distincts des faisceaux immédiatement foliaires, ceux-ci représentent des cordons continus et sans liaison, dont les uns forment le premier, troisième, cinquième verticille, etc., et les autres le deuxième, quatrième, sixième verticille. Ex. *Apocynum*.

Enfin les faisceaux réparateurs s'accolent quelquefois aux fibres qu'ils doivent remplacer; puis, au point d'épanouissement, ils fournissent un cordon d'anastomose qui, avec le cordon correspondant, forme une arcade d'où sortira la nouvelle fibre, et après avoir donné le cordon anastomotique, la masse du faisceau réparateur va s'accoler au faisceau foliaire qui appartient au verticille immédiatement supérieur; dans ce cas, le nombre des faisceaux caulinaires reste double des faisceaux nécessaires à un verticille, mais les faisceaux ne forment pas des séries sans liaisons, et les cordons réparateurs passent sans cesse des fibres des verticilles pairs à celles des verticilles impairs. Ex. *Clematis*.

Les fibres de l'écorce sont distribuées comme celles du système central.

B. *Feuilles verticillées.*

Les feuilles verticillées ont exactement la même symétrie que les feuilles opposées, les parties sont seulement plus nombreuses; mais les faisceaux du premier verticille sont régulièrement séparés par ceux du deuxième, et tous par les faisceaux réparateurs, qui remplacent les fibres épanouies comme dans les cas précédemment décrits.

Il résulte de là, que les feuilles du premier, du troisième, du cinquième verticille, etc., se correspondent; que celles du deuxième, quatrième, sixième, etc., se correspondent de leur côté, comme dans les feuilles opposées, et sont placés dans les intervalles des feuilles des verticilles supérieurs et inférieurs.

L'analogie entre les feuilles opposées et verticillées est si grande, qu'il y a des plantes dont certaines tiges ont les feuilles en opposition simple, et d'autres tiges en verticille; il y a des tiges à feuilles verticillées dont les rameaux ont les feuilles opposées.

Il y a des plantes dont les feuilles, véritablement opposées, paraissent verticillées par le développement de stipules qui prennent l'apparence de feuilles.

Il peut y avoir de chaque côté, entre les deux feuilles, une, deux ou trois stipules foliiformes, de sorte que des feuilles opposées peuvent paraître quaternées, senées, octonées.

Les feuilles véritablement verticillées peuvent avoir aussi des stipules foliiformes placées entre les feuilles, de manière qu'une feuille ternée, munie d'une stipule foliiforme placée dans chacun des intervalles des feuilles, paraît *senée*, et qu'alors on peut confondre cette feuille ternée avec une feuille dont le verticille est formé de six pièces, et avec des feuilles opposées, munies de deux stipules dans chacun des intervalles des feuilles.

On distingue les stipules foliiformes des véritables feuilles, parce qu'elles n'ont pas de bourgeons dans l'aisselle, et parce

qu'elles ne reçoivent pas de fibres directes de la tige. Elles ne reçoivent des fibres que des faisceaux des feuilles gemmifères, qui s'anastomosent en arcade.

L'analogie, d'ailleurs, prouve que ces feuilles interposées entre les feuilles gemmifères sont de véritables stipules, puisqu'il y a des genres voisins de ceux qui ont des stipules foliiformes, qui ont des stipules rudimentaires, solitaires ou géminées, à une, deux ou un plus grand nombre de pointes, imitant ainsi les stipules foliiformes, qui sont en nombre variable dans l'intervalle des feuilles.

C. *Feuilles alternes.*

Les fibres des feuilles alternes, c'est-à-dire celles qui naissent seules à seules, à chaque étage, ne peuvent avoir le même arrangement symétrique que celles des feuilles opposées, naissant deux à deux à chaque nœud, et croisant à angle droit les feuilles du nœud supérieur et de l'inférieur. Les tiges qui ont des feuilles alternes n'ont plus deux faisceaux médians placés à l'opposite, accompagnés de faisceaux latéraux en nombre égal de chaque côté, et constituant ainsi deux groupes séparés par les faisceaux médians du verticille supérieur, tandis que les faisceaux latéraux alternent avec les faisceaux latéraux de ce verticille supérieur.

La symétrie est changée dans les tiges à feuilles alternes, parce que, par soudure ou avortement, un faisceau est disparu.

Le cercle des faisceaux qui vont immédiatement former les feuilles, est donc formé d'un nombre impair.

Conséquemment :

La deuxième feuille ne trouvera pas le nombre des faisceaux que sa nature exige ;

Elle devra en prendre un de ceux qui ont remplacé une des fibres de la première feuille épanouie ;

La deuxième feuille se développera donc, en partie, au-dessus du point où la première est sortie de la tige ;

Elle empiétera sur cette première feuille, dont une des séries de fibres lui devient propre ;

Le même empiétement se répétera à chaque nœud, et par suite, les feuilles formeront une spirale.

La nervure médiane de la feuille qui naturellement devait être opposée à celle qui l'a précédée, sera le plus à l'opposite possible.

La spirale fera donc plusieurs fois le tour de la tige avant d'être terminée, c'est-à-dire avant que le faisceau médian d'une feuille réponde au faisceau médian de la première.

Le nombre des feuilles constituant la spirale sera ainsi déterminé par le nombre des faisceaux qui composent le cercle vasculaire, et chacun d'eux sera successivement destiné à former la nervure médiane d'une feuille.

Le nombre des faisceaux réparateurs sera en concordance avec celui des faisceaux foliaires, car ils ne sont destinés qu'à reconstituer ceux-ci, ou ne sont formés que par les fibres des étages supérieurs, qui s'écartent au point d'épanouissement des fibres; ils seront donc aussi en nombre impair.

Enfin, les faisceaux d'un second verticille ne seront pas libres et intercalés entre ceux du premier, car en prenant les faisceaux d'une feuille voisine, chaque feuille prend précisément à chaque nœud ceux qui devaient former ces feuilles supérieures. Le nombre des faisceaux qui composent le cercle vasculaire de la tige ne sera donc pas quadruple de celui des feuilles d'une spirale. Il sera seulement double quand les faisceaux réparateurs seront distincts; il sera simple quand ces derniers seront accolés aux faisceaux immédiatement foliaires, comme ils le sont dans certaines feuilles opposées.

Ainsi, un seul changement dans le nombre des faisceaux vasculaires amène toutes les différences qu'on voit entre les feuilles alternes et les feuilles opposées, et modifie toute la symétrie des fibres de la tige.

Ce changement devait être effectivement très-simple, car les feuilles cotylédonaires des Dicotylédonés étaient opposées, conséquemment la symétrie des faisceaux vasculaires était primitivement celle des feuilles opposées, et cependant grand nombre de ces plantes prend bientôt la symétrie des feuilles alternes. On observe de plus, que plusieurs Dicotylédonés qui ont pris des feuilles alternes reprennent encore des feuilles opposées dans la partie supérieure; ce changement s'opère par un retour à la symétrie primitive.

Le changement ordinaire, c'est la diminution du nombre des faisceaux vasculaires. Le même résultat serait obtenu par l'augmentation de leur nombre.

Il arrive que les feuilles sont alternes, sans dérangement dans la distribution des fibres, et seulement parce que l'une des expansions foliacées se développe un peu plus haut que l'autre; mais alors on ne remarque pas l'empiétement et la *spiralation* des feuilles; celles-ci restent disposées comme lorsqu'elles sont opposées, avec cette différence qu'elle ne naissent pas deux à deux à la même hauteur.

La disposition régulière des feuilles alternes éprouve quelques anomalies.

Les fibres qui constituent les feuilles supérieures, et dont l'ensemble forme les faisceaux réparateurs, peuvent se diviser plus tôt et augmenter ainsi le nombre des faisceaux qui composent le cercle vasculaire, lequel alors contient, d'une manière distincte, les fibres de plusieurs spirales successives.

Les fibres qui s'unissent en arcade au-dessus du point d'épanouissement des fibres foliaires, peuvent s'accoler tardivement et, restant isolées, contribuer aussi à augmenter le nombre des faisceaux du cercle vasculaire.

Les faisceaux caulinaires, au contraire, peuvent se souder, de sorte que leur nombre aille en diminuant dans les parties supérieures de la tige.

Toutes les feuilles peuvent n'avoir pas le même nombre de faisceaux, elles peuvent ne pas empiéter d'un même nombre de faisceaux sur les feuilles inférieures; ainsi elles peuvent s'avancer au-dessus l'une de l'autre de un, deux, trois faisceaux, etc.; d'autres fois, au contraire, elles peuvent laisser entre elles un plus ou moins grand nombre de faisceaux libres, de sorte que les spirales ne sont pas régulières : les feuilles alors sont *éparses*.

La spirale peut tourner de droite à gauche dans une tige, et de gauche à droite dans une autre tige de la même plante, selon que les feuilles auront empiété dans un sens ou dans un autre.

Lors même que la distribution des feuilles alternes est la plus régulière, les fibres des feuilles correspondantes ne se placent pas immédiatement sur les fibres qui les ont précédées; elles se forment un peu latéralement, de sorte que les séries des feuilles correspondantes ne sont pas rectilignes, mais spiralées

Il y autant de séries spiralées qu'il y a de feuilles dans la spirale générale.

Enfin, les fibres, au lieu d'être rectilignes, décrivent une courbe dans la tige, se contournent autour de l'axe, de manière à former une spirale à spires plus ou moins serrées.

Ces diverses causes de spiralation rendent très-difficile l'appréciation du nombre des feuilles qui composent la spirale principale, parce qu'aucune feuille ne correspond exactement à une autre.

Le nombre des faisceaux du cercle vasculaire pourrait faire reconnaître la disposition des feuilles; mais, comme nous venons de le dire, ce nombre varie par soudure, par séparation prématurée des fibres et la non-réunion de celles qui doivent s'anastomoser.

On peut donc ne pas arriver à constater le nombre régulier des faisceaux caulinaires, soit qu'on les examine dans leur trajet longitudinal, soit qu'on les observe dans une coupe transversale.

Dans ce dernier cas, il y a une nouvelle cause d'erreur, parce que les faisceaux foliaires se séparent du cercle caulinaire, quelque temps avant leur épanouissement, et sont remplacés avant qu'ils soient devenus libres.

Pour éviter toutes les causes d'erreur, il faut examiner la tige à l'époque où les développements successifs n'ont pas altéré la régularité des premières formations.

DES BOURGEONS.

L'évolution des bourgeons est, en général, déterminée par celle des premières feuilles, et les bourgeons, à leur tour, produisent les feuilles subséquentes qui reforment d'autres bourgeons.

On distingue le bourgeon terminal des tiges et des rameaux des bourgeons latéraux.

Le bourgeon *terminal* n'est que l'extrémité de la tige, qui fait partie de la zone transparente d'accroissement, et qui conséquemment est susceptible de se développer.

Cette partie s'alonge ordinairement en longueur plus que la zone transparente ne s'accroît en épaisseur. L'élongation de ce tissu gemmulaire détermine l'accroissement, en longueur, de la tige, comme l'accroissement de la zone transparente détermine son accroissement en épaisseur.

Les faisceaux vasculaires de la tige étant circulairement disposés plus ou moins loin du centre, aucune partie ne se trouve interposée entre la base du bourgeon et la médulle centrale. Les deux moelles se continuent donc immédiatement; cependant, en raison de l'âge, on remarque quelquefois une différence de couleur entre la moelle d'une pousse et celle de l'année antérieure.

La portion transparente du bourgeon se continue avec la zone transparente de la tige; c'est vers le sommet que se montre d'abord la partie transparente.

Au sommet du bourgeon, aucune partie n'étant encore engendrée dans le tissu transparent, la portion corticale n'est pas distincte de la partie centrale.

Les fibres qui se forment dans le tissu utriculaire du bourgeon sont la continuation des faisceaux parenchymateux de la tige.

L'accroissement de ces faisceaux étant plus actif que celui des autres parties, les fibres du bourgeon ont une grande tendance à s'échapper, en ligne droite, au-delà de l'extrémité arrondie du bourgeon, au lieu de rester maintenues dans le contour qu'elle décrit. Ainsi sont formées les expansions foliaires.

Les vaisseaux nouveaux étant formés par le tissu développé des faisceaux parenchymateux qui ont créé les anciens, ils doivent s'appliquer sur ceux qui les ont précédés; conséquemment, l'étui médullaire ne doit pas être formé par des vaisseaux continus, mais successivement par la partie des nouveaux cercles vasculaires qui dépasse les anciens.

Les bourgeons *latéraux* naissent dans l'aisselle du faisceau médian des feuilles.

Ils sont formés par une partie du parenchyme du faisceau médian, entraînée par l'éruption de la fibre foliaire.

Les autres faisceaux parenchymateux doivent contribuer à sa formation, puisque à chaque étage les faisceaux s'anastomosent en formant un nœud, et que les fibres descendant du bourgeon s'accolent à celles des deux faisceaux qui sont placées à côté de celui dont le bourgeon semble la terminaison.

Le bourgeon naissant en un point où il n'existe pas de tissu vasculaire, au-dessus de l'épanouissement de la fibre foliaire, au-dessous de l'anastomose des fibres réparatrices, sa médulle centrale doit être en communication directe avec la médulle centrale du rameau qui l'a produit.

Quelquefois le tissu de la base du bourgeon ne se dilate pas et ne devient pas aréolaire, de sorte qu'alors les médulles semblent ne pas être en communication immédiate.

Le bourgeon repousse l'épiderme en-dehors et, conséquemment, s'en enveloppe.

La zone transparente du bourgeon se continuant avec celle de la tige, les fibres corticales du bourgeon se continuent avec les fibres corticales de la tige, comme les fibres ligneuses du bourgeon se continuent avec les fibres du système central de la tige.

L'écorce et l'épiderme présentent donc des ouvertures pour le passage du bourgeon et des fibres foliaires; ces ouvertures sont distinctes, parce que, d'un côté, les fibres sont distinctes les unes des autres, et que, d'un autre côté, le bourgeon est plus élevé que le faisceau médian.

La distance du bourgeon au faisceau médian est d'autant plus grande que la base du pétiole est plus épaisse, parce que le bourgeon sort toujours au-dessus du pétiole.

Il paraît renfermé dans la base de celui-ci quand les faisceaux latéraux de la feuille sont beaucoup plus élevés que le médian, et surtout quand une stipule amplexicaule le recouvre; mais, en réalité, il est toujours supràfoliacé.

Quelquefois il y a plusieurs bourgeons placés au-dessus les uns des autres.

DES FLEURS.

Les organes floraux sont anatomiquement formés comme les feuilles.

Ils sont la dernière terminaison des fibres du bourgeon et le closent.

Ils sont formés par le même tissu utriculaire et les mêmes vaisseaux.

Ils conservent les mêmes dispositions que les expansions foliaires.

Parfois les fleurs présentent la symétrie des feuilles opposées ou verticillées, alors l'analogie est évidente.

Mais ce cas est très-rare.

C'est la symétrie des feuilles alternes que les organes floraux affectent préférablement.

Le nombre des parties des organes floraux est celui des pièces qui composent les spires des feuilles alternes. Le plus souvent, le nombre des feuilles est de cinq, le plus souvent aussi les organes floraux affectent la symétrie quinaire.

Les feuilles des spires quinaires sont disposées de façon que, dans le bourgeon, deux feuilles sont extérieures, une à demi enveloppée, les deux autres complètement recouvertes; les enveloppes florales présentent habituellement une disposition identique dans leur préfloraison.

Une différence cependant semble exister entre la disposition des feuilles caulinaires et celle des expansions florales.

Les feuilles de même rang, dans chaque spire, se correspondent, tandis que les pièces des spires florales sont le plus fréquemment alternatives; cela tient à ce que les fibres qui forment les feuilles se continuent, tandis que celles des fleurs s'épanouissent définitivement : se continuant, les faisceaux réparateurs semblent ne s'épanouir jamais; ils restent dans les intervalles des fibres immédiatement foliaires, et fournissent des fibres qui, s'unissant au-dessus des fibres épanouies, donneront naissance à des feuilles qui correspondront à celles de la spire inférieure; au contraire, s'épanouissant définitivement dans la fleur, les cordons réparateurs qui sont placés entre les faisceaux de la première spire, formeront un deuxième cercle floral dont les pièces alterneront avec celles du premier.

D'après cela, les cercles des expansions qui constituent la fleur sembleraient ne devoir être qu'au nombre de deux, puisque le nombre des faisceaux vasculaires des tiges à feuilles alternes est seulement double du nombre des feuilles d'une spire; mais chaque faisceau produit non-seulement l'expansion foliacée elle-même, mais aussi le bourgeon axillaire; conséquemment on doit trouver régulièrement quatre cercles concentriques de productions florales. Les étamines seront donc formées par la prolongation naturelle des faisceaux calicaux et seront placées

vis-à-vis d'eux. Les carpelles seront formées par la prolongation des faisceaux corollaires et leur correspondront.

Ainsi il est bien vrai que la fleur est formée par les mêmes faisceaux que les feuilles; elle est le complet épanouissement du cercle vasculaire de la tige ou d'un rameau : le nombre des pièces de chaque cercle floral, les rapports que ces pièces ont entre elles, l'ordre qu'elles observent relativement aux pièces des autres cercles, et même le nombre des cercles floraux, démontrent cette vérité.

Il faut noter cependant que la loi générale de formation éprouve des anomalies : ainsi les parties, au lieu d'être alternatives, peuvent être oppositives : cela tient, dans certaines circonstances, au dédoublement de certaines parties combiné avec des avortements. Par exemple, les faisceaux placés vis-à-vis des pétales peuvent se partager et produire des étamines, tandis que les faisceaux placés vis-à-vis les sépales avortent; les étamines sont alors placées vis-à-vis les divisions de la corolle. Le système pistillaire présente assez rarement la symétrie quinaire; cela tient à ce que les faisceaux carpellaires ne se séparent pas, il en doit résulter que ceux qui, selon l'ordre de formation, doivent être en partie ou en totalité plus internes que les autres, seront facilement oblitérés. Ainsi cette irrégularité, loin de détruire la règle, la confirme.

La conséquence de ces faits est que c'est la constitution des faisceaux vasculaires de la tige qui doit éclairer la structure de la fleur et le diagnostic des parties qui la composent. Ainsi, quand on ne compte qu'une enveloppe florale, c'est l'étude anatomique qui dira si cette enveloppe est un calice, si elle est une corolle, si elle est le résultat de la soudure des deux organes, ou si elle est réellement constituée par les pièces distinctes de deux spires différentes qu'on confond mal à propos : en effet, l'étude anatomique dira si le tégument floral est formé par les fibres calicales, ou les fibres corollaires, ou par les deux spires dont

les pièces sont soudées, ou dont les pièces sont séparées, mais semblables.

CONSIDÉRATIONS PHYSIOLOGIQUES.

Différents actes physiologiques concourent à la nutrition.

Absorption. La plus grande quantité des liquides est absorbée par les racines; les extrémités des fibrilles ou spongioles sont les organes absorbants; leur action s'exerce en vertu de leurs propriétés vitales; elle est excitée par la chaleur, l'électricité, etc. Toutes les substances dissoutes dans l'eau sont absorbées sans discernement; le corps le plus nécessaire à la nutrition est l'acide carbonique.

Presque tous les organes, tels que les feuilles, les tiges, etc., concourent à l'absorption.

Ascension de la sève. La sève ou le liquide absorbé par les divers organes, monte dans la tige, en vertu de la contractilité des tissus; elle monte par le système central, notamment par les parties les plus jeunes. Les méats interutriculaires sont probablement les chemins qu'elle parcourt; les vaisseaux trachéens ne paraissent pas destinés à la transporter naturellement. Elle est élaborée dans les diverses parties, et modifiée par la transpiration, la respiration, les sécrétions.

Transpiration. Cette fonction est exercée principalement par les feuilles; les quantités d'eau exhalées sont fort considérables; elles s'échappent par les stomates.

Respiration. Elle a pour but l'absorption de l'acide carbonique, sa décomposition, et l'exhalation de l'oxygène. La décomposition de l'acide carbonique s'effectue, sous l'influence des rayons solaires, par les parties vertes du végétal. Son résultat est de conserver dans les tissus le carbone, qui est l'un des principes constitutifs les plus essentiels.

Sécrétions. Elles modifient les sucs en en extrayant certains principes qui sont rejetés au-dehors, ou sont destinés à rentrer dans la circulation. Les organes des sécrétions sont les glandes et peut-être les vaisseaux propres.

Descension de la sève. Les sucs élaborés descendent par l'écorce, principalement par les couches récentes. Les méats paraissent les voies que suit la sève descendante; les vaisseaux propres paraissent contenir des principes qui ne sont pas destinés à former directement le *cambium* épanché.

Nutrition. La sève descendante, élaborée dans les utricules, est exhalée; elle forme le *cambium*, liqueur mucilagineuse, contenant une grande quantité de globules muqueux, arrondis, transparents, qui constituent la zone transparente, matrice de tous les organes : les globules s'agglutinent, forment des lamelles, et celles-ci des utricules et des vaisseaux : la zone transparente est placée entre le système central et le cortical; ainsi la vie du végétal peut être concentrée dans la couche la plus externe du système central, et la plus interne de l'écorce. Les liquides séveux montent par la première et subissent un commencement d'élaboration dans leur marche vers les feuilles; ils sont plus complétement élaborés par ces organes, redescendent par la couche corticale où les modifications qu'ils ont à subir s'achèvent; la sève complétement élaborée, épandue entre la couche de liber et la couche d'aubier, exhalée principalement par la première, peut-être en partie par la deuxième, forme une couche nouvelle, dans laquelle s'engendreront des vaisseaux trachéens dans la portion qui touche l'aubier, des vaisseaux propres dans la portion en contact avec l'écorce; ces deux parties nouvelles formeront de rechef, entre elles, une zone transparente, dans laquelle l'accroissement continuera comme il a commencé.

MONOCOTYLÉDONÉS.

DES TIGES.

A. *Disposition des parties.*

Les éléments organiques qui constituent les tiges des Monocotylédonés sont les mêmes que ceux qui forment les tiges des

Dicotylédonés : c'est le même tissu utriculaire, ce sont les mêmes vaisseaux.

La disposition des parties est, à l'origine, pareillement identique dans les deux ordres. Si, par exemple, on compare les faisceaux vasculaires d'un stipes avec ceux des tiges des Dicotylédonés annuels, dont l'accroissement est borné à la première période, on trouvera une similitude parfaite. Le stipes offre un certain nombre defaisceaux parenchymateux, disposés autour du centre de la tige, et ces faisceaux sont composés de la même manière. Le parenchyme est semblable et les vaisseaux sont distribués dans le même ordre. Les vaisseaux propres naissent à la périphérie, mais surtout dans la partie extérieure; les vaisseaux trachéens naissent dans la portion interne de la fibre, en laissant cependant une portion parenchymateuse entre eux et la médulle centrale. Les différentes espèces de vaisseaux trachéens se succèdent de la même manière que dans les faisceaux des Dicotylédonés; c'est-à-dire que les trachées à lames écartées sont les plus voisines du bord interne; puis viennent les trachées dont les lames sont plus nombreuses et dont les bords sont rapprochés, puis celles dont les lames sont anastomosées et qui constituent les vaisseaux fendus, poreux, etc. La masse des vaisseaux trachéens est séparée de la partie extérieure du parenchyme qui constitue la portion corticale par un interstice transparent formé par le tissu encore gélatiniforme.

A l'origine il y a donc identité parfaite dans la disposition des parties des végétaux des deux ordres.

Mais les progrès de l'accroissement amènent de grandes différences. Dans les Dicotylédonés, dont l'accroissement se continue, les faisceaux primitifs grandissent, se touchent; la ligne interstitielle d'accroissement des uns se confond avec celle des autres, de manière à former une couche continue; les groupes de vaisseaux trachéens s'accolent les uns aux autres, de manière à former des cercles concentriques divisés par

les rayons médullaires ; les vaisseaux corticaux constituent des cercles pareils, mais moins épais ; de manière que les éléments ligneux, tous réunis au centre, forment un système séparé des éléments corticaux, qui constituent un autre système, la ligne de séparation étant constituée par la zone transparente du tissu le plus nouveau.

Dans les Monocotylédonés l'accroissement des faisceaux est essentiellement borné ; ceux-ci restent arrondis. Le tissu transparent qui se trouve placé entre la partie corticale et la portion parenchymateuse dans laquelle sont les vaisseaux trachéens, se solidifie ou s'annule par dessiccation. Les parties analogues d'une fibre ne s'unissent pas avec celles des autres fibres pour former un système ; les fibres qui sont au centre de la tige, comme celles qui sont dans son épaisseur, comme celles qui sont à l'extérieur, sont semblables. Les vaisseaux d'ordres divers restent unis dans chacune d'elles ; dans chacune d'elles sont renfermés tous les éléments organiques. Il ne s'opère pas de séparation entre eux : il y a *unité de système*.

B. *Accroissement.*

Les fibres nouvelles ne sont pas produites par la partie transparente des faisceaux ; elles sont formées par des fibrilles qui naissent des anciennes, qui se réunissent pour constituer des fibres plus fortes, et qui enfin acquièrent le volume nécessaire pour former les couronnes ou verticilles des feuilles.

Les fibrilles nouvelles naissent des fibres les plus extérieures, et aussi de celles qui constituent la partie la plus compacte de la tige, et aussi de celles qui se trouvent dans le centre médullaire ; elles sortent des fibres premières dans tout leur trajet, depuis leur origine jusqu'au point de leur épanouissement. L'accroissement n'occupe pas, par conséquent, une zone spéciale ; il a lieu dans toute l'épaisseur de la tige ; il n'est pas plus externe qu'interne.

Cependant, dans un grand nombre de cas, les fibres naissent en plus grande quantité en-dehors que dans les parties internes; il en résulte que les faisceaux primitifs, recouverts par les faisceaux de nouvelle formation, paraissent de plus en plus internes, et qu'ensuite ils les croisent au point de leur épanouissement. Beaucoup de faisceaux doivent donc décrire une courbure; ils naissent en-dehors, se portent vers la partie centrale et se courbent pour se diriger de nouveau vers la périphérie, former un entrecroisement avec les fibres nouvelles et donner naissance aux feuilles. Le point où les fibres se croisent est souvent fort dense, fort serré, fort coloré, et semble ainsi former la partie la plus ancienne de la tige. L'intensité de la couleur des faisceaux ne détermine pourtant pas leur âge, car ils sont colorés d'une manière foncée dans leur partie inférieure comprise dans la zone compacte, puis plus pâles au centre, puis encore d'une couleur foncée en traversant de nouveau la zone serrée.

Les fibres, naissant ainsi les unes des autres, ne s'étendent pas dans toute la longueur du stipes et ne parviennent pas aux racines. La conséquence de ce fait est que le stipes peut n'avoir pas plus de faisceaux à sa base qu'au sommet et rester ainsi cylindrique; il peut même avoir vers le haut plus de fibres que dans la partie inférieure.

DES FEUILLES ET DES BOURGEONS.

Les feuilles des Monocotylédonés sont formées comme celles des Dicotylédonés, par les faisceaux vasculaires de la tige.

Les faisceaux qui les constituent sont ou superficiels ou plus ou moins profonds. Ce sont les faisceaux profonds qui, se courbant en-dehors pour s'épanouir, croisent les faisceaux plus récents qui se sont formés après eux et plus extérieurement qu'eux.

Les fibres foliaires traversent obliquement de bas en haut la médulle externe et l'épiderme, et donnent ainsi le moyen

de reconnaître le sommet et la base des stipes cylindriques.

Les bourgeons existent dans les Monocotylédonés comme dans les Dicotylédonés; mais ils avortent fréquemment; ils sont axillaires, et sont formés de la même manière dans les deux classes, par l'élongation du tissu parenchymateux qui a constitué les fibres foliaires.

DES RACINES.

Les racines des Monocotylédonés ne sont pas formées par l'élongation des fibres caulinaires; elles sont produites par un tubercule spécial qui prend naissance dans la médulle externe, vis-à-vis les intervalles des faisceaux primitifs, quand ceux-ci sont encore écartés : il en résulte que la médulle externe est en communication avec la médulle externe de la tige, et sa médulle interne en communication avec la médulle centrale de la tige. Son épiderme paraît distinct, attendu qu'il semble faire éruption à travers l'épiderme de la tige. Les premiers faisceaux vasculaires sont en contact, accolés ou anastomosés avec les faisceaux extérieurs du stipes; ils forment comme un épatement qui adhère à la tige.

Le tubercule reste tout-à-fait extérieur, s'il ne se forme pas de fibres nouvelles sous la médulle externe; il devient engagé dans les fibres du stipes, si des fibres ont été engendrées à l'extérieur après sa formation; mais les fibres nouvelles de la tige ne s'étendent pas sur les fibres radicales.

Il résulte de ce fait que la racine n'est point l'élongation directe des fibres caulinaires, comme dans les Dicotylédonés, que la racine ne peut être pivotante, que le stipes doit être *succis*, et que les racines doivent sortir du stipes à une hauteur de plus en plus grande, pour être en communication avec les fibres qui naissent des faisceaux épanouis.

Les divisions de la racine sortent des branches principales, comme celles-ci sortent du stipes; mais le point d'origine de

ces divisions n'est jamais engagé dans les fibres des branches qui les produisent, parce qu'il ne se forme pas de fibres à la périphérie des racines.

Ce mode de formation des racines confirme ce que nous avons dit des fibres caulinaires : elles naissent les unes des autres, et ne s'étendent pas des feuilles jusqu'à l'extrémité inférieure du végétal.

L'accroissement des racines se fait exclusivement à l'intérieur.

Dans l'origine, elles présentent sous la médulle externe une zone transparente.

Dans cette zone, paraît un cercle de points opaques, qui sont les premiers vaisseaux.

Des parties de consistance médullaire se forment dans le cercle transparent et le divisent en faisceaux parenchymateux, qui correspondent à chacun des premiers groupes vasculaires.

Les faisceaux sont souvent inégaux, les plus grands alternent parfois avec les plus petits; ils sont séparés les uns des autres, en-dedans et en-dehors, par du tissu médullaire. Dans leur partie moyenne ils se touchent fréquemment.

Ils s'alongent par la partie interne.

Les vaisseaux s'y forment de dehors en-dedans, de sorte que le deuxième groupe s'applique sur la face interne du premier, le troisième sur la face externe du deuxième, et ainsi de suite. La disposition des vaisseaux prouve aussi un accroissement intérieur, car cette disposition est l'inverse de celle qu'on remarque dans les faisceaux des Dicotylédonés. En effet, les vaisseaux les plus extérieurs sont les trachées; viennent ensuite, en allant de dehors en-dedans, les fausses trachées, les vaisseaux poreux, dont les ponctuations deviennent de plus en plus confuses, et dont le diamètre est de plus en plus grand.

Enfin, l'accroissement interne est encore prouvé par ce fait, qu'après le développement intérieur des faisceaux primitifs,

de nouveaux faisceaux se forment dans la partie centrale et deviennent de plus en plus nombreux, de manière à la remplir entièrement.

Les racines s'alongent seulement par l'extrémité ; les fibres internes dépassent les externes et n'ont pas besoin de s'épanouir pour remplir leurs fonctions.

Il résulte de ce mode d'accroissement que les fibres radicales, au lieu de former un entrecroisement inextricable, sont parfaitement parallèles dans toute leur étendue.

Les faits précédents démontrent que la racine est généralement *endogène*. C'est une nouvelle preuve qu'on ne peut admettre la théorie qui établit que toutes les productions des Monocotylédonés sont formées à l'extérieur.

CONSIDÉRATIONS PHYSIOLOGIQUES.

Les fonctions nutritives s'exercent dans les Monocotylédonés de la même manière que dans les Dicotylédonés; mais les éléments du système central ne se séparant pas de ceux du système cortical, la sève ne peut monter par un système et descendre par l'autre. Son ascension et sa descension se doivent faire par les mêmes fibres. Ces deux actes ne s'opèrent cependant pas par la même portion de fibres. La portion qui contient les vaisseaux trachéens est parcourue par la sève ascendante, la portion qui contient les éléments analogues à ceux de l'écorce est suivie par la sève descendante.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche I.

Cucurbita Pepo (racine).

Fig. 1. Coupe transversale d'une racine vers l'extrémité (diamètre quadruplé). Voir la fig. 3 pour l'explication des lettres.

Fig. 2. Coupe plus rapprochée de la tige, mais au-delà des premières ramifications (diamètre quadruplé). Voir la fig. 3 pour l'explication des lettres.

Fig. 3. Deux faisceaux vasculaires et un rayon médullaire. A, centre vide, irrégulier; B, tissu utriculaire, lâche, blanc, entourant le centre; C, portion parenchymateuse, arrondie et formant le commencement du faisceau vasculaire avec lequel elle reste unie, ou dont elle se sépare, comme en C'; plus tard il se forme des vaisseaux dans les parties parenchymateuses centrales; dans la fig. 1, ces portions deviennent irrégulières et se confondent. D, portion parenchymateuse formant la partie la plus interne du faisceau après la portion C et ne se séparant pas; E, partie de parenchyme, verdâtre vers l'extrémité interne, au moins dans la partie supérieure de la racine, contenant les groupes de vaisseaux, lesquels sont séparés 1.° par des lignes transversales de tissu utriculaire, qui, avec les voisines, forment des circonférences en partie parenchymateuses, en partie médullaires, et 2.° par des lignes longitudinales formant de nouveaux rayons médullaires, divisant en partie les faisceaux primitifs, allant rarement jusqu'au centre et dans ce cas, rendant les faisceaux plus nombreux (il arrive plus souvent qu'un ou plusieurs faisceaux disparaissent vers l'extrémité inférieure de la racine. Là, le centre est plein et les faisceaux soudés par la partie interne); F, portion transparente, parenchymateuse, externe, dans laquelle se forment les nouveaux vaisseaux, et des lignes blanches continues avec les rayons médullaires; F', couche comprenant l'interstice d'accroissement et la partie interne de la portion corticale du faisceau parenchymateux; G, portion parenchymateuse tou-

chant immédiatement le faisceau (ou séparé en G') au centre, est une partie plus blanche, formée de tissu utriculaire alongé, parenchymateux, qui semble commencer la portion fibreuse de l'écorce; cette partie s'alonge latéralement dans la fig. 2, de manière à tendre à former une couche régulière; elle semble correspondre à la couche L (tige fig. 4): H, tissu utriculaire lâche, hexagonal, mais succulent; I, couche serrée, extérieure; J, rayon médullaire primitif, blanc; K, portion du rayon médullaire succulente et un peu transparente.

Fig. 4. Coupe verticale d'un faisceau (vue au microscope); ce faisceau est pris après la première et même la deuxième ramification. A, tissu utriculaire lâche, blanc, entourant le centre; B, tissu utriculaire parenchymateux; C, trachée, placée contre la médulle centrale, dont les bords sont écartés; D, trachée à spirales multiples, serrées; E, tissu utriculaire alongé; F, vaisseau à lames çà et là soudées, mais cependant en spirale; G, tissu utriculaire alongé; H, vaisseau à lames plus soudées, restant séparées par des fentes; I, tissu utriculaire alongé; J, vaisseau à ponctuations en lignes transversales; K, tissu utriculaire alongé; L, vaisseau à ponctuations confuses, très-rapprochées, quelquefois réunies en masses irrégulières et séparées de distance en distance par des lignes non ponctuées, transparentes (articulations?); M, vaisseau non encore complétement formé, à lignes transparentes anastomosées, séparant les ponctuations qui sont groupées en masses irrégulières, séparées de distance en distance par des lignes transparentes qui semblent bordées par les séries de ponctuations qui commencent par être très-petites, serrées et paraissent former seulement des lignes opaques; N, tissu utriculaire alongé, formant la partie transparente, parenchymateuse; N', tissu à cellules plus dilatées et moins transparent, formant la fin du faisceau et dépendant de l'écorce; O, tissu utriculaire lâche, hexagonal, mais succulent; P, tissu utriculaire, alongé, serré, présentant quelques raies transversales, formant le centre de la portion G et G', fig. 3; Q, tissu utriculaire hexagonal, à utricules très-larges; R, tissu utriculaire serré.

Cucurbita Pepo (tige).

Fig. 1. Portion de tige macérée, dont l'épiderme et tout le tissu utriculaire sont détruits; les faisceaux vasculaires restent seuls; les faisceaux disposés naturellement en deux cercles concentriques sont ici placés sur un seul plan, les cercles ayant été ouverts aux points *u, u*.

A, B, C, D, E, cinq gros faisceaux formant le cercle externe (pl. II, fig. 1 et 2); *a, b, c, d, e*, cinq faisceaux plus petits, formant un cercle plus extérieur et alternant avec les précédents (pl. II, fig. 1 et 2); *f, f'*, plexus d'où naissent les pétioles formés par la totalité des faisceaux *b* et *d* et des cordons des deux faisceaux qui sont placés de chaque côté de *b* et *d;* ainsi *x* est un gros cordon donné au plexus *f* par le faisceau *c; w*, un petit cordon donné par le faisceau *a; l* est un gros cordon donné au plexus *f'* par le faisceau *e; m*, un petit cordon donné par *c*.

F, F', plexus formés par les fibres des bourgeons, s'accolant aux gros faisceaux A et B, C et D (surtout à B et D) parce que le tissu parenchymateux du bourgeon, est continu avec celui de ces faisceaux; *g*, vaisseau supérieur du plexus contourné en demi-cercle, circonscrivant régulièrement la base du bourgeon; *h, h'*, points des plexus d'où sortent la vrille et le rameau extra-axillaire, le pédoncule sortant de la partie principale des plexus F, F'; 3, cordon assez gros venant du faisceau B, reformant le faisceau *b* au-dessus du plexus *f*, en s'unissant au cordon 4, plus petit, venant de A; 5, faisceau venant de A pour fortifier *a*, qui a concouru à former un flexus *f;* 6, faisceau venant de B pour fortifier *b*, qui a concouru à former le plexus *f*. Le faisceau *d*, au-dessus du plexus *f'*, est reformé par les faisceaux C, D, par un procédé analogue, et les cordons *c, e*, qui ont concouru à la formation de ce plexus, reçoivent pareillement un cordon réparateur des faisceaux C, D.

Au niveau des plexus F, *f* et F', *f'*, les faisceaux tant externes qu'internes communiquent par des cordons transversaux, comme s'ils convergeaient tous vers la feuille et le bourgeon. Ainsi, au niveau des plexus F' et *f'*, les faisceaux internes C, D sont réunis, puisqu'ils concourent à former les productions axillaires; le faisceau E commu-

nique avec le faisceau D par le cordon *i*; le faisceau B communique avec le faisceau C par le cordon *j*, le faisceau A avec le faisceau B par le cordon *k*. Tous les cordons de communication des faisceaux internes passent en-dedans des faisceaux externes, et vont d'un faisceau interne à un faisceau interne; tandis que les faisceaux externes communiquent avec les faisceaux internes, le plus proche du côté du plexus. Ainsi le faisceau *e*, outre le cordon *l*, qu'il donne pour la formation du plexus foliaire, est uni par le cordon *p* au cordon D; il est aussi uni au cordon de communication *i* par le petit cordon *o*; le faisceau *c*, outre le cordon *m* qu'il envoie au plexus foliaire, est uni au cordon de communication *s* par le petit cordon *q*; le faisceau *b* est uni au faisceau B par le cordon *n*; le faisceau *d* qui forme la plus grande partie du plexus foliaire est lié aux faisceaux C, D par les petits cordons *r*, *s*; il n'y a point d'union entre A et E, qui sont placés à peu près à l'opposite de l'origine de la feuille; le faisceau *a* est libre entre ces deux derniers faisceaux, qui convergent l'un à droite, l'autre à gauche du plexus; c'est *a* qui formera la nervure moyenne de la feuille supérieure.

Les choses se passent de même au plexus F, *f*; A, B concourent à former le plexus F; C est uni à B par le cordon *t*; E est uni à A par le cordon coupé *u*, *u*; D est uni à E par le cordon *v*; *b* forme la partie principale du plexus foliaire *f*, et communique avec A par le cordon *z*; il communique à B par un cordon semblable; les cordons *a*, *c*, qui contribuent à former le plexus foliaire par les cordons *x*, *w*, communiquent aussi avec les faisceaux A, B, par les cordons 1, 2; *e* communique à E par le cordon *y*, etc. C, D, à l'opposite de la feuille, ne communiquent point entre eux; ils communiquent seulement avec les faisceaux placés du côté de la feuille; *d*, placé entre eux, ne communique avec aucun faisceau à cette hauteur : c'est lui qui formera la nervure médiane de la feuille *f'* qui suit *f*.

Fig. 2. Portion d'épiderme prise au point où naît une feuille; *a*, ouverture pour le faisceau principal des vaisseaux de la feuille; *b*, *c*, ouvertures pour les faisceaux latéraux; *d*, ouverture pour le faisceau de la vrille; *e*, ouverture pour le faisceau du rameau; *f*, pour celui du pédoncule; *gg*, portions de l'épiderme qui séparent les trois faisceaux

foliaires et vont se continuer avec le portion *k*, qui se réfléchit sur la partie inférieure du pétiole et qui se déchire par la macération : l'épiderme de la partie supérieure du rameau naît au-dessus des trois ouvertures foliaires.

Fig. 3. Tracé fictif indiquant l'évolution des feuilles alternes. *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, sont les points qui, dans une coupe tranversale de la tige, tiennent la place des faisceaux foliaires de la fig. 1 ; A, B, C, D, E, sont les points qui correspondent aux faisceaux réparateurs ; *b* sera le faisceau médian de la première feuille ; *d*, celui de la deuxième ; *a*, celui de la troisième ; *c*, celui de la quatrième ; *e*, celui de la cinquième ; le faisceau de la sixième feuille viendra correspondre encore à *b*.

Ainsi, les faisceaux médians sont régulièrement séparés par des faisceaux latéraux, et sont le plus à l'opposite possible l'un de l'autre, chacun étant formé par le faisceau qui est resté isolé et libre au milieu des anastomoses du nœud inférieur. (Voir fig. 1.)

Ainsi, les feuilles décrivent plus d'un cercle autour de la tige avant que la nervure médiane de l'une d'elles sorte d'un faisceau qui a déjà donné naissance à la nervure médiane d'une autre feuille, avant que la nervure médiane de la sixième feuille, par exemple, vienne de nouveau répondre au faisceau *b*.

Les feuilles sortent à des hauteurs différentes, parce qu'elles sont forcées d'emprunter pour nervures latérales des faisceaux qui en ont fourni déjà à d'autres feuilles, et elles forment conséquemment des spirales composées d'un nombre de feuilles en corrélation avec le nombre des faisceaux vasculaires de la tige.

a, *c*, sont les faisceaux latéraux de la feuille *a*, *b*, *c*, dont *b* est la nervure médiane ; *c*, *e*, les faisceaux latéraux de *c*, *d*, *e*, dont *d* est la nervure médiane ; *e*, *b*, les faisceaux latéraux de *e*, *a*, *b*, dont *a* est la nervure médiane ; *b*, *d*, les faisceaux latéraux de *b*, *c*, *d*, dont *c* est la nervure médiane ; *d*, *a*, les faisceaux latéraux de *d*, *e*, *a*, dont *e* est la nervure médiane.

Il résulte de cette disposition spiralée que, dans la ***préfoliation***, les deux premières feuilles *a*, *b*, *c* et *c*, *d*, *e* ne sont nullement recouvertes ; la troisième, *e*, *a*, *b*, a un des côtés seulement recouvert ; la

cinquième et la sixième, *b, c, d* et *d, e, a*, ont les deux côtés recouverts.

Les fleurs qui affectent la symétrie quinaire ont les parties disposées comme les feuilles spiralées. Ainsi, les calices à cinq divisions ont habituellement, dans la *préfloraison*, deux sépales à bords libres, un dont un bord est recouvert, et deux dont les deux bords sont recouverts.

Planche II.

Cucurbita Pepo (tige, suite).

Fig. 1. Coupe transversale de l'extrémité d'une tige (diamètre quadruplé) montrant le centre plein; dix faisceaux vasculaires, cinq plus intérieurs, cinq plus extérieurs, contenant un très-petit nombre de vaisseaux; le tissu utriculaire de la couche corticale continu avec celui de la couche centrale.

Fig. 2. Coupe transversale d'une partie moins extrême de la tige; (diamètre quadruplé); le centre est vide, à cinq angles saillants et cinq rentrants; les faisceaux vasculaires sont au nombre de dix, cinq plus développés correspondent aux angles saillants dans le vide du centre, cinq moins développés correspondent aux angles rentrants. Le tissu utriculaire des rayons médullaires est à utricules blanches, non gorgées de sucs; *a*, est un des grands faisceaux; *b*, un des petits faisceaux; *c*, est la partie restante de la médulle centrale, au milieu de laquelle s'est formée une grande cavité; *d*, un rayon médullaire; *e*, la médulle corticale.

Fig. 3. Coupe transversale de la partie inférieure de la tige (diamètre quadruplé), présentant dix faisceaux comme les coupes précédentes; quelquefois de nouveaux faisceaux sont formés de sorte que le nombre n'est plus complétement régulier. A, centre vide, à cinq angles saillants et cinq rentrants; B, rayon médullaire, large, séparant les faisceaux primitifs, engendrant parfois de nouveaux faisceaux vasculaires; *b*, partie extérieure du rayon, subgélatineuse, transparente, continue avec la partie transparente des faisceaux vasculaires; C, partie interne d'un faisceau, verte, parfois tout-à-fait séparée du faisceau par du tissu médullaire, pleine de vaisseaux, quand les faisceaux primitifs sont assez accrus pour former un cercle continu; D, portion

utriculaire plus verte, plus externe que la portion C, contenant les premiers vaisseaux; E, groupes de vaisseaux, d'abord très-petits, très-serrés, les suivants deviennent beaucoup plus grands et ont une tendance à se diviser en trois séries séparées par du tissu cellulaire, moins vert ou même blanc; F, tissu encore transparent entre le corps ligneux et l'écorce. G, portion de tissu vert appartenant au système cortical, mais peu nettement séparé du système central; H, faisceau secondaire, organisé comme le précédent, mais moins avancé; I, tissu utriculaire très-lâche, hexagonal, formant partie de l'écorce; J, couche de l'écorce formée de tissu alongé; K, deuxième couche à utricules hexagonales, remplies de matière verte; L, couche extérieure épidermique, à utricules petites, alongées; cette couche présente plusieurs interruptions dans lesquelles s'alongent les utricules de la couche K, qui forment des lignes vertes sous l'épiderme.

Fig. 4. Coupe transversale d'une portion de la tige (beaucoup plus grossie), contenant un faisceau vasculaire, un rayon médullaire et une portion de l'écorce. A, tissu utriculaire, lâche, blanc, non parenchymateux, déterminant la circonscription du centre vide; B, portion parenchymateuse, devenant plus tard vasculaire, un peu moins verte que la suivante avec laquelle elle se confond primitivement, et dont elle est parfois séparée par une ligne de tissu non parenchymateux; C, angle interne du faisceau parenchymateux, très-vert, dans lequel se développent des vaisseaux, d'abord très-petits, très-serrés; puis, de plus en plus grands, de plus en plus écartés (voir la fig. 5); D, partie parenchymateuse placée transversalement entre les groupes de vaisseaux, formant avec les voisines des cercles utriculaires, devenant, par suite du développement, blanche, plus lâche, moins succulente dans la partie qui ne touche pas les vaisseaux; E, tissu utriculaire formant entre les vaisseaux des lignes rayonnantes, coupant les parties D à angle droit et formant les commencements de nouveaux rayons médullaires; F, portion tout-à-fait verte et succulente; G, portion (entre bois et écorce) d'un vert un peu moins foncé, dans laquelle apparaissent des vaisseaux encore transparents; H, portion colorée en vert comme la portion F, appartenant à l'écorce, mais difficile à limiter; I, rayon

médullaire primitif, très-large, blanc, non parenchymateux, formé de tissu analogue aux portions D, E, à utricules un peu plus petites que la portion A; J, extrémité du rayon médullaire, succulente, non verte, comme F et H, formant avec G une zone transparente séparant le bois de l'écorce, mais peu distincte; K, couche d'utricules grandes, hexagonales, d'une teinte verdâtre, sans chlorophylle, contenant beaucoup de sucs, mais à parois distinctes et minces; L, couche d'utricules alongées, étroites, serrées; M, couche d'utricules hexagonales pleines de sucs, les extérieures contenant de la chlorophylle; N, couche épidermique interrompue d'espace en espace, de manière que la couche M vient apparaître sous forme de lignes vertes sous la cuticule externe.

Fig. 5. Coupe verticale, du centre à la circonférence, d'un faisceau vasculaire et de la portion corticale correspondante (vue au microscope). A, tissu utriculaire blanc, lâche, entourant le centre vide; B, tissu utriculaire alongé, parenchymateux, formant la partie parenchymateuse qui précède le faisceau; B', tissu semblable plus vert commençant le faisceau; C, trachée à spirales doubles écartées; D, tissu utriculaire séparant les vaisseaux; E, trachée à spirales plus rapprochées; F, tissu utriculaire; G, trachée à spirales très-rapprochées; H, tissu utriculaire; I, vaisseau à spirales un peu réunies; J, vaisseau à spirales plus anastomosées et plus irrégulières; K, tissu utriculaire; L, vaisseau à ponctuations souvent alongées, disposées en séries transversales, paraissant circonscrite par une double ligne opaque, comme si elles formaient un anneau ou comme si la substance qui la forme avait une épaisseur notable; M, vaisseau d'un diamètre plus grand, à ponctuations plus petites, formant des amas irréguliers; N, vaisseau très-gros, à ponctuations réunies en amas irréguliers, divisé, d'espace en espace, par des lignes régulièrement transversales, non ponctuées; O, tissu utriculaire; P, vaisseau très-gros encore incomplétement formé, à parois très-minces, présentant des lignes transversales transparentes et des ponctuations en amas séparés par des lignes contournées, transparentes aussi; Q, tissu utriculaire alongé, transparent; Q', tissu utriculaire, alongé, vert, plein de chlorophylle, formant la portion corticale du faisceau primi-

tif; R, tissu à utricules larges et hexagonales; S, tissu à utricules alongées; T, tissu à utricules hexagonales, contenant, vers l'extérieur, de la chlorophylle : U, couches épidermiques.

Fig. 6. Trachée (macérée) dans laquelle la spirale est saillante, de sorte qu'on voit le tube décrire une courbe entre les spires.

Fig. 7. Vaisseau (macéré) à spirales manifestement anastomosées.

Fig. 8. Vaisseau (macéré) présentant des raies incomplètes, placées entre deux séries de ponctuations, comme si deux spirales anastomosées entr'elles laissaient dans l'intervalle qui sépare les tours de la spirale une bande sans ponctuations.

Fig. 9. Morceau d'épiderme formée d'utricules très-alongées, amincies aux extrémités, marquées de quelques granulations très-rares. Ce tissu résiste à une très-longue putréfaction.

Cucumis Melo.

Fig. 1. Coupe transversale de la tige. A, médulle centrale; B, portion parenchymateuse placée intérieurement et tenant au faisceau, d'un vert pâle en son contour, presque transparente au centre, engendrant des vaisseaux plus tard; C, faisceau vasculaire, formé de tissu parenchymateux très-vert à l'angle central, tendant à montrer des lignes blanches longitudinales et transversales, vert à son extrémité externe; D, rayon médullaire; E, partie transparente des faisceaux, se continuant avec celle des rayons médullaires, de manière à former une zone qui sépare le système central du cortical; F, partie verte au-delà de la portion transparente; G, partie semblable, placée vis-à-vis les grands faisceaux et plus développée; H, partie formée d'utricules arrondies; H', parties à utricules serrées, alongées; I, médulle corticale; J, couche épidermique.

Observation. Cette coupe est faite sur une tige plus avancée en âge que celle du *Cucurbita Pepo;* elle en diffère parce que la portion parenchymateuse B est arrondie comme celle de la racine, transparente au centre, et, dans certaines tiges plus avancées, pleines de vaisseaux; des faisceaux se sont développés dans les rayons médullaires.

Fig. 2. Section transversale de la tigelle au-dessous des feuilles séminales (après la germination). Cette tigelle est légèrement com-

primée, parcourue par deux sillons qui sont formés par les bords un peu décurrents des feuilles séminales; elle présente habituellement six vaisseaux vasculaires, *a, c, c,* et *b, d, d;* les faisceaux centraux *a, b,* correspondent aux sillons, c'est-à-dire entre les bords des feuilles séminales, de sorte que la partie médiane de celles-ci répond à l'espace dépourvu de faisceaux vasculaires; *e*, centre vide.

Fig. 3. Portion de la tigelle et base d'une feuille séminale dépouillées d'épiderme. A, portion de la tigelle, vue du côté de l'insertion d'un cotylédon, et montrant conséquemment une partie des deux faisceaux vasculaires médians *a, b,* et deux faisceaux latéraux, *c, d;* B, base de la feuille séminale, rétrécie en un pétiole membraneux, amplexicaule, inséré vis-à-vis l'intervalle de deux faisceaux vasculaires, ne recevant pas conséquemment de faisceau médian; *d, c,* faisceaux latéraux se partageant au sommet en deux branches; l'interne, s'unissant à la voisine pour former la nervure médiane *e* du cotylédon; l'externe, s'unissant à un rameau venant de *a* et de *b*, pour former les nervures latérales qui, en se partageant elles-mêmes, forment les nervures *f, g, f, g.*

Planche III.

Cucumis Melo (suite).

Fig. 4. Tracé fictif propre à faire voir comment les six faisceaux primitifs de la tigelle produisent les faisceaux en nombre double des tiges à feuilles opposées, dont les faisceaux réparateurs s'accolent à chaque nœud au faisceau du nœud supérieur.

A, un faisceau médian; B, B′, les deux faisceaux latéraux qui l'accompagnent; *a*, *a′*, les deux moitiés de l'autre faisceau médian; C, C′, les deux faisceaux latéraux qui l'accompagnent; D, D′, points d'où partent les nervures médianes des cotylédons formées par deux rameaux venant de C et B, C′ et B′; E et F, E′ et F′, points d'où naissent les nervures latérales des cotylédons formées, d'un côté, par A et B, C et *a*, et de l'autre côté, par A et B′, C′ et *a′*.

J, K, L et J′, K′, L′, fibres du deuxième verticille paraissant formées par la prolongation des faisceaux primitifs et engendrés dans chaque faisceau par les deux cordons qui se sont séparés pour aller concourir à la formation de deux fibres cotylédonaires.

G, H, I et G′, H′, I′, fibres du troisième verticille formées par des cordons réunis au-dessus des fibres cotylédonaires et formés par la division des fibres du deuxième verticille, à la hauteur de l'épanouissement du premier.

De même que les faisceaux primitifs se sont partagés pour former les fibres cotylédonaires, que celles-ci se sont divisées pour donner naissance aux fibres du deuxième verticille, que celles-ci se sont partagées pour donner naissance aux cordons du troisième, ces dernières se partagent; les cordons qu'elles fournissent s'accolent aux fibres du deuxième verticille, jusqu'au point où celles-ci s'épanouissent; alors elles s'en séparent; après leur séparation elles se partagent en deux cordons : l'un s'anastomose avec un cordon semblable au-dessus des fibres du deuxième verticille et forme ainsi une des fibres du quatrième; l'autre s'accole aux fibres du troisième verticille; arrivé au point d'épanouissement, il s'en sépare de nouveau et il se bifurque encore; un des rameaux répare les fibres épanouies du troisième et constitue les fibres du cinquième; l'autre s'accole sur les fibres du quatrième; pareille disposition se présentera à chaque nœud. Ainsi, par la simple et continuelle division, les faisceaux primitifs, au nombre de six, produiront la symétrie régulière des feuilles opposées du *Clematis*, par exemple (voir pl. XI), et la disparition d'un seul faisceau détermine la symétrie des feuilles alternes (*Lunaria*, voir pl. XIV).

Fig. 5. Tracé fictif propre à faire voir comment les six faisceaux primitifs de la tigelle produisent les faisceaux en nombre quadruple des tiges à feuilles opposées, dont les faisceaux réparateurs restent distincts.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans la fig. 5 et dans la fig. 4; l'explication de la figure précédente peut donc servir à celle-ci; la seule différence que présente la fig. 5 est la suivante : les faisceaux qui fournissent les cordons qui constituent G, H, I et G′, H′, I′, remplaçant les fibres cotylédonaires et destinées à reformer le troisième verticille, donnent, comme les faisceaux semblables de la figure 4, des cordons destinés à reformer successivement, en se partageant, les verticilles épanouis; mais ces cordons ne s'accolent pas

aux fibres J, K, L et J', K', L', qui forment le deuxième verticille pour s'en séparer au point d'épanouissement et s'accoler aux fibres du troisième, après avoir fourni le cordon qui ira former le quatrième, et ainsi de suite, de verticille en verticille. Les faiceaux réparateurs restent isolés entre les faisceaux foliaires et au-dessus de leur épanouissement, ils fournissent de chaque côté des fibres qui les reconstituent et vont former les verticilles supérieurs; il en résulte que les faisceaux vasculaires de la tige sont en nombre quadruple du nombre des faisceaux de la tigelle, ou de celui des fibres nécessaires à un seul verticille, c'est la symétrie du *Centranthus*, du *Sambucus*, etc. (voir pl. X et XI).

VINCA MAJOR.

Coupe verticale d'une pousse encore herbacée. 1, tissu médullaire interne, encore verdâtre, formé d'utricules pleines de chlorophylle; 2, petite trachée; 3, 3, vaisseaux paraissant rayés, très-difficiles à voir, parce qu'ils sont enveloppés de tissu utriculaire 4, 4, alongé, marqué de ponctuations nombreuses et régulièrement disposées en lignes transversales; 5, tissu encore mal formé, constituant une couche transparente entre le bois et l'écorce; 6, vaisseaux corticaux, transparents, sans anastomoses ni divisions, se séparant facilement, et se montrant sous l'apparence de filaments blancs, nombreux, quand on casse un stolon, marqués parfois de lignes longitudinales comme dans le Chanvre (*Cannabis*, pl. VII); 7, tissu médullaire cortical, envoyant des prolongements entre les vaisseaux, formé d'utricules pleines de chlorophylle; ces utricules ont un diamètre de moins en moins grand à mesure qu'elles approchent de l'extérieur, où elles sont parfois colorées en pourpre.

LIGUSTICUM LEVISTICUM.

Fig. 1. Portion d'une coupe transversale de la tige, vue à la loupe. *a*, médulle centrale détruite au centre; *b*, *b*, etc., faisceaux vasculaires principaux; *c*, *c*, faisceaux vasculaires secondaires, alternant avec les principaux; *d*, *d*, faisceaux tertiaires placés entre les principaux et les secondaires, et séparés d'eux par du tissu utriculaire parenchymateux, de manière qu'ils forment un cercle continu;

e, e, e, faisceaux parenchymateux corticaux, placés vis-à-vis les faisceaux vasculaires principaux et secondaires, rarement vis-à-vis les faisceaux tertiaires; *f,* couche épidermique.

Fig. 2. Coupe transversale de deux faisceaux vasculaires (vus au microscope). *a,* médulle centrale, aréolaire; *b,* portion parenchymateuse interne, dans laquelle on voit peu les cavités des utricules; *c,* portion vasculaire interne, formée de vaisseaux très-serrés, appliqués les uns contre les autres; *d,* portion parenchymateuse, sans vaisseaux; *e,* portion parenchymateuse dans laquelle se développent des vaisseaux partagés généralement en deux séries, de manière que ce deuxième groupe vasculaire sera divisé par un rayon parenchymateux; *f,* partie encore transparente, à peu près continue avec celle du faisceau voisin, concourant avec elle à former un cercle continu; *g,* partie parenchymateuse formée d'utricules qui ne présentent généralement qu'une petite ponctuation au centre, et dont les extérieures sont opaques, roussâtres; *h,* médulle corticale, aréolaire, verdâtre; *i,* faisceaux parenchymateux externes dont les utricules n'ont qu'une ponctuation au centre, et dont les intérieures sont roussâtres comme les extérieures de *g,* avec lesquelles ils paraissaient avoir été primitivement en contact; *j,* couche épidermique; B, faisceau tertiaire dans lequel commencent seulement à se développer les vaisseaux, ne dépassant pas intérieurement la partie parenchymateuse *d.*

Fig. 3. Portion d'une section transversale de la partie supérieure du pétiole qui devient cylindrique; *a,* médulle aréolaire; *b, b,* faisceaux principaux, et *c, c,* faisceaux secondaires, isolés, arrondis, présentant une partie transparente qui sépare leur portion parenchymateuse externe de la portion vasculaire; *d, d,* cordons parenchymateux de l'écorce, placés vis-à-vis des faisceaux *b, b, c, c,* etc., dont ils sont souvent très-rapprochés, surtout des principaux, avec lesquels ils sont même quelquefois unis par une partie opaque, parenchymateuse; *e,* couche épidermique.

Planche IV.

Chelidonium majus.

Fig. 1. Coupe transversale d'une tige (diamètre sextuplé), pré-

sentant des faisceaux vasculaires en nombre variable (ordinairement douze, quelquefois plus, voir la fig. 18, pl. V); A, médulle interne; B, un faisceau vasculaire composé d'un tissu utriculaire parenchymateux externe *a*, de vaisseaux à suc jaune *b*, d'un tissu utriculaire transparent *c*, de vaisseaux spiraux, rayés et poreux *d*, d'un tissu parenchymateux *f* interne, placé contre un tissu utriculaire teint par une couleur verte et formant une trace continue entre les faisceaux; C, faisceau adventif, ajouté au nombre douze; F, vaisseaux propres isolés; D, médulle extérieure; E, tissu épidermique.

Fig. 2. Portion d'une coupe transversale d'une tige très-grossie; *a*, médulle interne, vide; *b*, portion interne d'un faisceau, pleine de sucs, verte, se continuant sur les côtés du faisceau et s'étendant ensuite jusqu'à la portion semblable des faisceaux voisins, de manière à former une zone verte que l'accroissement interrompt souvent; *c*, portion parenchymateuse blanchâtre, dans laquelle sont quelques vaisseaux propres *g*, pleins d'un suc jaune; *d*, vaisseaux spiraux, fendus et ponctués; les extérieurs, *e*, plus petits, ponctués; *f*, tissu parenchymateux, blanchâtre, formé d'utricules alongées, dont la cavité n'est représentée que par une ponctuation à peine visible; *g'*, vaisseaux propres, pleins de suc jaune, placés dans la couche *f*; *h*, tissu parenchymateux, jaunâtre, semi-transparent, constituant la portion externe du faisceau, formé d'utricules alongées, hexagonales, soudées, à peine distinctes les unes des autres, peu marquées, présentant au centre, les unes seulement un point opaque, les autres une cavité assez grande (surtout quand la coupe est faite dans un nœud de la tige), cavité qui contient quelques grains; *i*, médulle extérieure, formant une zone complète, et composée d'utricules dont les unes, encore plus grandes que celles de la couche précédente, ont une cavité large, contenant des grains de chlorophylle, et les autres, plus petites, à cavités très-peu apparentes; *j*, utricules à parois minces, remplissant l'intervalle des faisceaux, et quelquefois les séparant de la zone externe; *k*, couche épidermique non parenchymateuse.

Fig. 3. Coupe verticale de la tige (vue au microscope); *a*, médulle centrale formée d'utricules alongées, larges, transparentes

contenant des grains verts; *b*, trachée d'un petit diamètre, à spirale très-écartée, double; *c, c*, trachées d'un diamètre plus large, à spirales serrées, multiples, offrant des anastomoses, mais susceptibles d'être déroulées; *d*, vaisseau ponctué intérieur d'un assez grand diamètre; *e, e*, vaisseaux ponctués extérieurs d'un petit diamètre; *f, f*, tubes alongés, peu formés, peu opaques, mais non transparents, formant le parenchyme blanchâtre dans lequel sont les vaisseaux propres; *g*, un vaisseau plein d'un suc jaune, qui doit sa couleur à une multitude de granules excessivement petits, muqueux, s'agglutinant entre eux; *h*, tubes constituant le parenchyme jaunâtre, alongés, mieux formés que les tubes *f f*, présentant très-rarement des cloisons, pleins, transparents comme la gélatine, laissant difficilement voir leur cavité qui se présente sous la forme d'une ligne obscure; *i*, tissu utriculaire à parois minces et transparentes, contenant de la chlorophylle; *j*, tissu formé d'utricules à parois épaisses et à cavité médiocre, et seulement transparentes au centre; *k*, cellules épidermiques.

Fig. 4. Portion d'une coupe transversale de la racine (grossie). A, faisceau vasculaire (ils sont généralement au nombre de six, subdivisés en quatre ou en deux, etc.); B, rayon médullaire placé entre les faisceaux, contenant parfois quelques vaisseaux propres; C, rayon médullaire placé entre les subdivisions du faisceau principal; *a*, médulle centrale très-peu étendue, parce que les faisceaux s'approchent très-près du centre; *b, b, b*, agglomérations de vaisseaux d'un très-petit diamètre nés dans les faisceaux; *c, c, c*, intervalles parenchymateux entre les paquets de vaisseaux, contenant quelques vaisseaux propres; D, couche transparente, placée entre le système central et l'écorce, tendant à montrer déjà les prolongements blancs qui formeront la partie extérieure des rayons médullaires et se continueront avec les prolongements médullaires de l'écorce; E, écorce présentant des couches demi-transparentes, interrompues, dans lesquelles sont de nombreux vaisseaux propres (on n'en voit ni dans la couche D ni dans celle qui l'avoisine); *e*, tissu utriculaire placé entre les couches vasculaires de l'écorce; *f*, médulle externe; *g*, épiderme. Tout le tissu utriculaire est obstrué de grains arrondis.

Fig. 5. Coupe verticale du faisceau de la racine (fig. 4, A). *a*,

utricules épidermiques sans grains; *b*, *b*, *b*, tissu utriculaire de l'écorce, en entier comblé de grains; *c*, *c*, *c*, vaisseaux propres en couches irrégulières; *d*, couche transparente placée entre le bois et l'écorce; *e*, *e*, *e*, intervalles utriculaires entre les vaisseaux du système central; *f*, *f*, groupes de vaisseaux poreux ou fendus; *g*, *g*, vaisseaux propres répandus dans le système central.

Fig. 6, 7, 8, 9, 9 *bis*. Vaisseaux de la racine, séparés par une assez longue macération, brossés avec un pinceau doux pour les débarrasser des débris du tissu utriculaire); 6, trachée qui paraît réduite à sa spirale, qui est double; 7, 8, 9, vaisseaux rayés, réunis en groupes, formés de pièces longues ou courtes, irrégulières, jointes par l'accolement de deux parois comme les utricules, jointes souvent obliquement comme les utricules fusiformes, et communiquant peut-être entre elles par la perforation de la double paroi; 9 *bis*, vaisseau macéré à tube détruit, à lame spirale anastomosée.

Fig. 10 et 11. Masses de granules contenues dans une utricule et dépouillées par la macération de la paroi utriculaire.

Fig. 12. Grains qui oblitèrent tout le tissu utriculaire de la racine, et qui s'échappent en un courant rapide quand on place une tranche mince de ce tissu sur un verre mouillé : ces grains sont de volumes fort différents.

Fig. 13. Coupe transversale de la racine dans une partie plus inférieure que celle de la fig. 4, montrant que les faisceaux ne sont plus qu'au nombre de trois, et qu'ils se touchent au centre.

Fig. 14. Coupe encore plus inférieure, ne présentant plus que deux faisceaux soudés au centre.

Planche V.

Chelidonium (suite).

Fig. 15. Coupe verticale de la souche (tige) et de la racine. *a*, *a*, commencement d'une cavité qui se formera dans la médulle qui occupe le centre de la tige et de la partie supérieure de la racine, mais qui cesse d'être distincte à la partie inférieure de cet organe, parce que les faisceaux vasculaires *b* se rapprochent et se soudent; *c*, une couche demi-transparente placée entre le système central et le cor-

tical, les feuilles, les bourgeons et les divisions de la racine.

Fig. 16. Coupe transversale d'un pétiole présentant au centre une grande cavité, *a*, souvent deux lacunes *b*, *b*, qui manquent quelquefois, offrant enfin un faisceau vasculaire principal; deux latéraux de chaque côté et d'autres faisceaux très-petits interposés.

Fig. 17. Coupe de la partie inférieure de la tige (souche) montrant la portion corticale des dix faisceaux séparée de leur portion centrale par une partie transparente beaucoup plus distincte que dans la partie supérieure de la tige et formant une couche continue comme dans la racine: *a*, l'un des faisceaux commençant à s'alonger pour former une feuille; la partie la plus interne des faisceaux est transparente comme la couche qui sépare l'écorce du système central.

Fig. 18. Coupe transversale de la tige (souche) prise un peu plus haut, au point où commencent les feuilles, et présentant la base des feuilles déjà déterminées quoique non séparées : elle montre six feuilles, 1 qui s'étend de *a* en *b*, 2 de *b* en *c*, 3 de *c* en *d*, 4 de *d* en *f*, 5 de *f* en *g*, et 6 de *g'* en *h*; ces feuilles, quand elles sont formées, ont un faisceau médian et deux latéraux de chaque côté, plus, de très-petits faisceaux près des extrémités; quand elles ne sont pas bien séparées elles n'ont que trois faisceaux. Les feuilles se détachent plus vîte d'un côté que de l'autre; la feuille 1 a son côté *a* déjà détaché, et présente son bourgeon *i*; la feuille 2 a son extrémité *c* un peu distincte; les feuilles 3, 4 et 5 sont encore adhérentes et recouvertes; elles forment ainsi la spirale (comme dans le *Cucurbita*, pl. I, fig. 3), les deux premières feuilles n'étant pas recouvertes, la troisième ayant un bord recouvert; la quatrième et la cinquième ayant les deux bords recouverts; la feuille 6 n'a pas son faisceau médian exactement correspondant au faisceau médian de la feuille 1; le faisceau médian de la feuille 1 ne fait plus partie du cercle de la tige; les faisceaux médians des feuilles 2, 3, 4, en font encore partie mais commencent à s'éloigner, les faisceaux médians des feuilles 5, 6 en font exactement partie; les faisceaux latéraux des feuilles 1, 2, 3, sont déjà séparés du cercle vasculaire de la tige; un faisceau latéral de la feuille 4 (vis-à-vis *h*) commence déjà à s'éloigner; les

autres faisceaux latéraux font partie de ce cercle. Il résulte de ces faits qu'on trouve dans le cercle de la tige cinq faisceaux principaux, 2, 3, 4, 5, 6, et des faisceaux plus petits alternant; on trouve de plus, des faisceaux principaux séparés appartenant aux feuilles déjà détachées et provenant des faisceaux principaux du cercle, enfin d'autres faisceaux séparés formant les faisceaux secondaires des feuilles.

Fig. 19. Coupe du bourgeon terminal de la souche présentant l'arrangement des feuilles; la spire est formée par 5 feuilles, 1 et 2 extérieures, 3 demi-enveloppée, 4 et 5 enveloppées; 6 feuille sixième commençant une nouvelle spire, mais ne répondant pas tout-à-fait à la première feuille; 7, 8, 9, rudiments de feuilles de la deuxième spire.

Fig. 20. Coupe d'un autre bourgeon terminal plus avancé; les feuilles présentent toujours le même arrangement; la sixième feuille ne correspond pas exactement à la première; la neuvième semblerait lui correspondre plus exactement, mais la concordance n'est pas plus complète. Le défaut de concordance absolue tient à ce que les feuilles, bien que naissant du même faisceau, proviennent d'une partie du faisceau formée postérieurement, et placée à côté de la fibre qui a formé la première feuille; il tient encore à ce que les faisceaux, au lieu d'être rectilignes, peuvent être un peu courbés en spirale; ces dispositions ont pour résultat de placer les feuilles dans une situation telle qu'elles se cachent le moins possible.

Bocconia cordata.

Fig. 1. Section transversale d'une portion de la tige annuelle. A, centre vide; B, tissu utriculaire blanc, à utricules courtes, larges, vides; C, le même tissu utriculaire, avoisinant les faisceaux et prenant une teinte verdâtre; D, un des faisceaux vasculaires, qui sont alternativement grands et petits, et très-serrés, et forment presque une couche continue dans la tige; *a*, tissu parenchymateux interne du faisceau; *b*, vaisseaux trachéens; *c*, partie transparente, disparaissant souvent par la dessiccation et laissant un vide; *d*, partie parenchymateuse appartenant à l'écorce; E, médulle externe; F, couche épidermique.

Fig. 2. Section transversale d'un faisceau très-grossi. A, médulle interne, formée d'utricules blanches, vides; *a*, portion de ce tissu

avoisinant le faisceau parenchymateux et devenant verdâtre; B, portion parenchymateuse interne, contenant quelques vaisseaux propres, se séparant quelquefois, mais très-rarement, par la dessiccation et laissant un petit vide *c* entre elle et les vaisseaux trachéens; D, vaisseaux trachéens; E, vide laissé par le tissu transparent le plus récent, détruit par dessiccation; F, tissu parenchymateux externe appartenant à l'écorce, verdâtre, formé d'utricules à cavité presque comblée, et parcouru par des vaisseaux propres pleins de sucs jaunes; G, médulle externe de l'écorce; H, tissu épidermique.

Fig. 3. Section transversale de deux faisceaux pris dans la partie inférieure de la tige, plus âgés, et ayant par conséquent plus de rangées de vaisseaux que le faisceau de la figure 2. A, tissu cellulaire blanc et vide; *a*, partie médullaire devenant verdâtre en s'approchant des faisceaux; B, parenchyme interne; C, premier groupe de vaisseaux; D, intervalle parenchymateux entre le premier et le second groupe de vaisseaux; C′, deuxième groupe de vaisseaux; D′, deuxième intervalle parenchymateux; C″, troisième groupe vasculaire; E, portion transparente, se formant entre la partie centrale et la partie corticale du faisceau, se détruisant souvent par la dessiccation et laissant un vide E′ entre la partie centrale et la corticale; F, portion corticale du faisceau parenchymateux; G, partie médullaire placée entre le système central et le cortical, constituant conséquemment la partie croissante d'un rayon médullaire persistant lorsque la partie transparente E′ disparaît par la dessiccation, et unissant l'écorce au système central (voir la fig. 4); H, médulle extérieure verdâtre; I, couche épidermique.

Fig. 4. Coupe transversale d'une portion de la souche vivace, âgée de plusieurs années. A, un des faisceaux principaux s'étendant presque jusqu'au centre (de manière à ne laisser qu'un canal médullaire mal déterminé), allant en s'élargissant vers la circonférence, séparé des faisceaux voisins par des rayons médullaires B, B, B, non parenchymateux; C, C, C, rayons médullaires séparant les subdivisions des faisceaux principaux, s'étendant plus ou moins vers le centre, selon qu'ils ont été formés plus ou moins anciennement; *a, a, a,* etc., groupes vasculaires composant les faisceaux; *b, b, b,* etc., intervalles parenchy-

mateux situés entre les groupes vasculaires ; D, D, portions parenchymateuses des faisceaux, appartenant à l'écorce et séparées de la portion centrale par les portions transparentes E, E ; F, prolongements médullaires de l'écorce, continus avec les rayons médullaires du système central ; G, médulle corticale ; H, couche épidermique.

Fig. 5. Coupe longitudinale d'un faisceau (fig. 3). A, couche épidermique formée d'utricules alongées, jaunâtres, les extérieures plus étroites, les intérieures contenant quelques grains ; A', médulle externe formée d'utricules lâches, grandes, contenant des grains verdâtres ; B, vaisseau propre plein d'un suc jaunâtre ; C, tissu parenchymateux formant la portion corticale du faisceau, paraissant formé de tubes alongés et comme articulés, ce tissu contient des vaisseaux propres; D, D, D, tissu transparent situé entre l'écorce et le système central, contenant parfois des vaisseaux pleins de suc jaune B, B ; E, E, groupes de vaisseaux dont les uns ont des fentes transversales entières ou presque entières, les autres des ponctuations nombreuses, petites ; quelques-uns sont très-larges, très-transparents, presque articulés, à ponctuations très-grandes, et paraissent des cellules alongées très-dilatées ; F, F, intervalles parenchymateux entre les vaisseaux, contenant quelques vaisseaux propres B ; G, médulle centrale.

Planche VI.

Ricinus communis.

Fig. 1. Coupe transversale d'une portion de la tige (huit fois plus grosse que nature). A, couche épidermique, formée d'utricules courtes, peu régulières, souvent colorées en rouge ; B, couche sous-épidermique blanche, formée de tubes alongés ; C, couche verte formée d'utricules médiocrement alongées, pleines de chlorophylle ; D, un des prolongements de la couche C qui interrompent la couche épidermique, et E, un des prolongements verts, peu réguliers, qui traversent la couche F, s'étendent presque jusqu'à la couche G, s'élargissent à leur extrémité interne, de manière à former une couche *interrompue*, parallèle à la couche principale C ; F, couche blanche interrompue irrégulièrement par les prolongements E, et formée de tubes alongés ; G, couche comme composée de deux parties, l'une, placée contre

l'écorce, transparente, sans consistance, se déchirant facilement, de sorte que le bois et l'écorce se séparent sans effort; en cas de déchirure, si ces organes sont rapprochés, il paraît exister entre eux une ligne de séparation noirâtre; mais cette ligne n'existe pas naturellement, car lorsqu'on coupe la zone transparente avec précaution elle ne présente pas de ligne de séparation; l'autre portion de la couche contient déjà des groupes de vaisseaux peu solides, séparés par des rayons médullaires un peu opaques, petits, rapprochés, réguliers, se continuant avec ceux de la partie plus centrale; H, couche ligneuse bien formée, composée de petits faisceaux très-rapprochés, de manière qu'ils imitent une couche presque continue dans la zone extérieure; I, tissu formé d'utricules arrondies, vides, serrées dans le voisinage des vaisseaux, colorées çà et là en rouge, surtout dans la partie interne, formant la médulle centrale, qui laisse un très-grand vide au centre.

Fig. 2. Coupe verticale de la tige, vue au microscope. A, couche épidermique; B, couche d'utricules alongées; C, couche verte; E, couche blanche formée d'utricules alongées; F, utricules vertes, provenant de l'élargissement de l'extrémité interne des prolongements intérieurs de la couche C; G, G, couche récente encore en partie transparente, dans laquelle commencent à paraître des vaisseaux à larges ponctuations H; I, vaisseau ponctué bien formé; J, vaisseau ponctué et rayé; K, vaisseau rayé, ou trachée à spirale très-rapprochée; L, trachée à trois lames en spirale; M, trachée à deux spirales; N, partie externe de la médulle centrale.

Fig. 3. Portion de tissu utriculaire accompagnant un vaisseau nouveau (G et H, fig. 2). Ce tissu est formé d'utricules égales, paraissant rectangulaires, non croisées, mais formant par leur réunion des lignes régulières composées d'une série de points qui paraissent être des ouvertures arrondies, comme si les utricules avaient une très-grande quantité de petites soudures séparées par des intervalles ronds non soudés; ces utricules, appliquées sur les vaisseaux, en laissent voir les ponctuations. Toutes les utricules ne sont point ainsi conformées; il en est dont les méats sont réguliers et simples.

Les vaisseaux paraissent présenter des lignes longitudinales obs-

cures, comme s'ils étaient formés de plusieurs tubes soudés ; ces lignes sont probablement formées par les débris d'utricules agglutinées aux vaisseaux.

MENISPERMUM CANADENSE.

Fig. 1. Section transversale d'un rameau (diamètre sextuplé). *a*, couche verte ; *b*, faisceaux vasculaires, très-réguliers, séparés par des rayons médullaires verdâtres, *c* ; *d*, médulle centrale.

Fig. 2. Coupe de deux faisceaux vasculaires (vus à une très-forte loupe). *a*, couche extérieure verte, formée d'utricules lâches, pleines de chlorophylle ; *b*, rayon médullaire verdâtre en ses bords, blanc et transparent, dans la partie moyenne, qui est si mince qu'elle se détruit avec la plus grande facilité ; *c*, portion de médulle verte, touchant les faisceaux vasculaires ; *d*, médulle centrale, formée d'utricules lâches, blanches, laissant voir les lignes de jonction des utricules sous-jacentes, de sorte que les utricules hexagonales paraissent subdivisées ; *e*, portion interne du faisceau vasculaire, parenchymateuse, blanche, formant un cercle continu avec les parties semblables des faisceaux voisins, mais verte aux points où elle touche ces faisceaux, formée d'utricules dont la cavité ne représente qu'une très-petite ponctuation au centre ; *f*, partie vasculaire formée de vaisseaux de diamètres différents ; deux sont ordinairement plus gros que les autres ; *g*, partie encore transparente et incomplètement organisée, dans laquelle apparaissent déjà quelques vaisseaux ; *h*, portion parenchymateuse extérieure, semblable à la portion *e*, séparée de la portion analogue des faisceaux voisins par la médulle verte qui s'avance entre les faisceaux pour former le rayon médullaire ; la portion *h* se prolonge plus ou moins loin sur les bords du faisceau vasculaire, mais n'arrive pas jusqu'à la portion *e* ; cette disposition montre cependant que primitivement la portion parenchymateuse était unique et qu'elle a été séparée en deux parties par la formation de la portion transparente.

Fig. 3. Coupe de deux faisceaux d'une tige de plusieurs années (très-grossis). *a*, médulle extérieure ; *b*, rayon médullaire, encore transparent au milieu et facilement destructible, de sorte que, même à un âge avancé, les faisceaux semblent isolés ; *c*,

cercle vert qui touche les faisceaux vasculaires, et dans lequel paraît confondue la portion *e* de la figure 2, qui n'est plus apparente, soit qu'elle contienne des vaisseaux, soit que la cavité de ses utricules se soit élargie, de sorte que le tissu ne paraît plus parenchymateux, soit enfin qu'elle se soit oblitérée; *d*, médulle centrale devenue roussâtre; *f, f, f, f*, parties composées d'un grand nombre de vaisseaux uniformes, formées d'année en année, mais très-peu distinctes les unes des autres; *g*, portion transparente, sans consistance, ne se confondant pas encore avec les parties semblables des faisceaux voisins pour former une couche continue; *h*, portion parenchymateuse externe, qui ne paraît pas être accrue, et qui, en conséquence, paraît plus petite relativement au faisceau qui est allé en s'élargissant.

Fig. 4. Section transversale d'une portion de tige âgée de huit à dix ans (diamètre quadruplé). *a*, médulle centrale; *b, b*, rayons médullaires primitifs se continuant avec la partie *c* de la médulle centrale, qui est verte; *d, d, e, e, e, e*, rayons médullaires secondaires et tertiaires, généralement fort réguliers, n'apparaissant qu'après plusieurs années, de sorte qu'un même faisceau s'accroît plusieurs années sans se subdiviser; *f, f*, groupes vasculaires placés entre les rayons médullaires formant des zones très-peu distintes; *g*, partie transparente des faisceaux vasculaires, ne formant pas une zone continue, parce que les rayons médullaires sont manifestement continus avec la médulle externe, et ne sont pas transparents dans le cercle d'accroissement (au moins en automne); *h* (voir la fig. 2 et 3, *h*), croissant formé de tissu parenchymateux, à cavité presque oblitérée, transparent, rejeté en-dehors par les parties nouvelles de l'écorce; *i, i*, parties parenchymateuses, créées après *h*, formées en même temps que les divisions secondaires des faisceaux et placées vis-à-vis d'elles : en-dedans de ces parties, on voit d'autres croissants parenchymateux très-petits, formés en même temps que les divisions tertiaires du faisceau et placés vis-à-vis d'elles, montrant ainsi que les parties constitutives de l'écorce et du système central sont correspondantes et se forment dans le même ordre; *j*, médulle extérieure présentant des parties plus vertes qui imitent des portions parenchymateuses

irrégulières, mais qui sont organisées comme le reste de la médulle corticale.

ASCLEPIAS SYRIACA.

Fig. 1. Coupe verticale d'une portion de tige (vue au microscope). *a*, utricules larges, courtes, lâches, pleines de grains, formant la médulle interne ; *b*, tissu formé d'utricules alongées, vert, placé contre le cercle des faisceaux parenchymateux, contenant dans la partie interne des vaisseaux lactés, si nombreux que, dans la coupe transversale, le suc laiteux sort en bien plus grande abondance du centre que de l'écorce ; *c*, tissu utriculaire avoisinant les vaisseaux ; *d*, trachées à spirale très-écartée ; *e*, trachée à spirale rapprochée, parfois anastomosée, cependant déroulable ; *f*, petits vaisseaux à fentes courtes ; *g*, utricules longues, grandes, très-transparentes, à ponctuations régulières ; *h*, tissu incomplètement formé, transparent ; *i*, vaisseaux laiteux de l'écorce, transparents, simples, facilement séparables, réunis en faisceaux séparés par des utricules alongées ; *j*, tissu utriculaire plein de chlorophylle, formant la médulle corticale ; *k*, utricules épidermiques plus étroites, sans chlorophylle.

Fig. 2. Portion d'écorce (grossie). A, médulle corticale séparant les groupes de vaisseaux propres et contenant elle-même quelques vaisseaux épars, car elle laisse suinter des sucs laiteux ; B, groupes de vaisseaux laiteux, arrondis, parallèles, etc.

Fig. 3. Globules du suc laiteux (vus au microscope). Ils sont d'une ténuité extrême, muqueux, peu consistants, paraissant mal formés, s'agglutinant facilement en membranes.

Fig. 4. Coupe verticale d'une portion de racine (vue au microscope). *a*, médulle centrale, pleine de grains ; *b*, tissu utriculaire alongé, ne laissant pas suinter de sucs laiteux ; *c*, *c*, *c*, groupe de très-gros vaisseaux, les uns visibles en entier, d'autres en partie cachés, marqués de fentes très-courtes, de ponctuations en lignes transversales ou confuses, et quelquefois aussi de lignes transversales qui les font paraître comme articulés (voir *Cucurbita Pepo*, pl. I, fig. 4, L, M) : *d*, *d*, tissu utriculaire placé entre les vaisseaux, formé d'utricules alongées et de quelques séries d'utricules courtes

et larges ; *e*, tissu transparent, formé d'utricules très-alongées; *f*, tissu demi-transparent, formé d'utricules alongées, contenant quelques grains ; *g*, utricules arrondies toutes pleines de grains ; *h*, utricules peu alongées; *j*, utricules arrondies ; *k*, épiderme assez opaque. Les couches *e*, et *f*, *g*, *h*, *j*, qui constituent l'écorce de la racine, ne laissent pas suinter de sucs laiteux.

Fig. 5. Grains (de fécule), visibles à la loupe, contenus dans les utricules de la racine, de volumes différents, les uns très-gros, les autres très-petits, mais mieux formés et plus gros que les granules du suc laiteux (fig. 3), remplissant tout le tissu utriculaire de la racine, se détachant très-facilement lorsqu'on place une tranche mince de racine sur un verre humecté.

Fig. 6. Coupe transversale d'une racine. *a*, médulle centrale ; *b*, rayons médullaires blancs, s'avançant dans la couche transparente au-delà du dernier cercle de vaisseaux, formés d'utricules courtes; *c*, intervalles parenchymateux placés entre les groupes vasculaires, formés d'utricules alongées, subfusiformes, parenchymateuses, finissant par être vides et blanches, semblables alors à celles des rayons médullaires avec lesquelles elles sont unies; *d*, vaisseaux d'un diamètre considérable (fig. 4, *c*, *c*, *c*); *e*, couche transparente entre le système central et le cortical, formée d'utricules alongées; *f*, tissu cortical demi-transparent, formé d'utricules alongées; *g*, prolongements médullaires de l'écorce, blancs, continus avec les rayons médullaires, ou à peine séparés par le tissu transparent; *h*, portion demi-transparente, formant une couche interrompue, et semblable à la couche *f*, dont elle est séparée par la médulle *i* qui est blanche comme les prolongements *g* ; *j*, médulle extérieure formée d'utricules arrondies ; *k*, épiderme assez opaque.

Fig. 7. Portion de la surface extérieure du corps ligneux, montrant des vaisseaux sinueux A, A, s'unissant et se séparant, laissant entre eux des espaces inégaux dans lesquels font saillies les extrémités des rayons médullaires B, B, qui les dépassent d'une ou deux lignes.

Planche VII.

Cannabis sativa (Chanvre).

Fig. 1. Vaisseau cortical parfaitement transparent, ténace, sans aucune cloison, ni ramifications, ni anastomoses, se présentant ordinairement à l'état vide, offrant quelquefois en quelques points de son étendue une ligne noire longitudinale, formée par les anciennes adhérences du vaisseau aux tissus voisins.

Fig. 2. Un vaisseau semblable présentant longitudinalement une ligne noire assez épaisse, puis deux lignes minces séparées par une partie transparente.

Fig. 3. Vaisseau paraissant plein de molécules semi-transparentes, mal déterminées, très-petites, bien distinctes par leur volume et leur forme peu certaine des grains de chlorophylle.

Fig. 4. Un vaisseau se terminant par une extrémité renflée surmontée d'un mamelon et pleine de molécules semblables à celles qu'on rencontre dans le vaisseau.

Fig. 5. Tissu médullaire cortical plein de très-gros grains de chlorophylle.

Ficus elastica.

Fig. 1. Portion de stipule dépouillée, sur les deux faces, de l'épiderme, qui se détache très-facilement, surtout sur la face interne. A, A', faisceaux longitudinaux composés de plusieurs espèces de vaisseaux et de tissu utriculaire; *a*, vaisseaux spiraux ou rayés; *b*, vaisseaux propres extrêmement minces, transparents, semblant articulés de loin en loin, mais sans diaphragmes complets; *c*, tissu utriculaire alongé; B, extrémité de A', faisceau principal qui se partage; C, C, vaisseaux du latex isolés entre les faisceaux A, A', auxquels ils se réunissent par des embranchements, de même qu'ils s'unissent entre eux, se croisant fréquemment, mais paraissant s'anastomoser très-rarement, et différant en cela des vaisseaux du *Rhus*, pl. VII, fig. 2 et 3; D, vaisseau paraissant anastomosé; E, vaisseau se croisant avec un autre; F, vaisseau se recourbant entièrement; G, tissu utriculaire accompagnant les vaisseaux et remplissant leurs intervalles, formé d'utricules minces et transparentes comme les vaisseaux propres, alongées,

rameuses, unies par les extrémités de leurs ramifications et formant un véritable réseau ; ces utricules contiennent quelques grains, visibles surtout quand elles ont été plongées dans l'eau bouillante.

Observation. La stipule du *Ficus elastica*, qui contient des sucs blancs en abondance, est tout-à-fait bien disposée pour laisser voir la circulation des sucs propres, parce qu'elle est mince et que la membrane supérieure, qui est transparente, se détache avec une facilité extrême et emporte avec elle un certain nombre de vaisseaux ; la membrane inférieure, quoique plus épaisse, laisse cependant aussi voir les courants. Quand on l'a plongée immédiatement dans l'eau chaude, on peut enlever la couche des vaisseaux isolément : on voit alors fort bien leur disposition ainsi que celle du tissu utriculaire réticulaire.

Si l'on veut voir circuler les sucs laiteux, il faut l'observer sur les stipules tenant encore à la plante, ou détacher une portion de stipule, enlever rapidement son épiderme, la placer immédiatement sous la lentille du microscope et observer sans délai ; car le cours des liquides se ralentit et s'arrête promptement, la vitalité diminuant et s'éteignant dans un espace assez court. Si l'on a opéré convenablement, on voit les globules des sucs laiteux marcher avec une vélocité singulière, suivre la ligne des vaisseaux propres dans lesquels ils semblent à peine contenus, tant les parois sont minces, s'accumuler en certains points qu'ils obstruent, ralentir leurs mouvements, s'arrêter tout-à-fait, puis l'obstruction cessant, reprendre leur cours. Les sucs laiteux marchent quelquefois en sens contraire dans les vaisseaux parallèles ; quelquefois leur cours change tout-à-coup de direction dans un même vaisseau ; ils traversent les points qui semblent une articulation, mais là les globules semblent éprouver un petit mouvement de soubresaut, comme s'il y avait un léger étranglement aux articles ; les courants divers font voir que souvent les vaisseaux se croisent sans s'anastomoser. Il est très-rare que deux courants se confondent en un seul par anastomose.

Fig. 2. Portion d'épiderme de la face supérieure de la stipule.

Rhus typhinum.

Fig. 1. Morceau d'écorce âgée de plusieurs années (grossi). A, épiderme épais, dense, formé de cellules hexagonales peu alongées; B, tissu utriculaire sous-jacent plein de chlorophylle, envoyant à travers l'écorce des prolongements blancs, non parenchymateux, commençant quelquefois par être très-épais, irréguliers, C, C, d'autres fois minces dans toute leur étendue, D, D; E, vaisseaux laiteux extérieurs, beaucoup plus gros que les autres; F, F, vaisseaux secondaires formant des cercles bien réguliers, laissant suinter une goutte de liquide laiteux, moins forte que celle des vaisseaux extérieurs; G, couche interne (liber) non encore bien organisée.

Fig. 2. Morceau d'écorce de deux ans dont l'épiderme et la médulle verte sont enlevés (grandeur sextuplée). A, A, A, vaisseaux extérieurs (fig. 1, E), d'un très-grand diamètre, pleins de liquide laiteux qu'on fait refluer en passant sur eux la lame du scalpel, mais qui revient presque immédiatement; l'un des vaisseaux se divise en deux, ce qui est rare; B, B, utricules très-longues, transparentes, accompagnant les vaisseaux A, A, A, se terminant en pointe, de sorte qu'il est extrêmement difficile de voir leur nature utriculaire; C, tissu utriculaire, grand, plein de chlorophylle et s'avançant entre les vaisseaux (fig. 1, C, C).

Fig. 3. Morceau d'écorce vu par la face interne (très-grossi), présentant des vaisseaux très-déliés, longitudinaux, flexueux, anastomosés, se subdivisant en branches qui s'unissent aux ramifications voisines ou au tronc même qui les a produites, etc. Pour bien voir ces vaisseaux, il faut les examiner avec une bonne loupe, immédiatement après avoir détaché le morceau d'écorce d'une branche fraîche.

Fig. 4. Portion de tissu utriculaire alongé, à utricules amincies aux deux extrémités.

Fig. 5. Portion d'une pousse de l'année, fendue verticalement pour laisser voir l'origine d'un bourgeon axillaire. A, base du pétiole appliquée contre la tige, parce qu'elle reçoit une fibre médiane très-oblique présentant une cavité, parce que les fibres latérales naissent beaucoup plus haut que la médiane, et que la partie supérieure du pétiole fait une

saillie au-dessus du bourgeon ; dans cette cavité est une légère saillie sur la ligne médiane ; B, bourgeon presqu'entièrement caché dans la cavité pétiolaire ; il est encore utriculaire, et présente au sommet une partie verte séparée de la portion corticale par une couche transparente qui ne s'étend pas encore jusqu'à la zone transparente placée entre le bois et l'écorce du rameau.

Fig. 6. Portion d'un jeune rameau dépouillée de son écorce. A, faisceau médian d'une feuille, entraînant en s'épanouissant la médulle pour former le centre médullaire du bourgeon B ; C, un des faisceaux latéraux de la feuille.

Fig. 7. Rameau de deux ans dépouillé d'écorce. A, faisceau foliaire médian et B, B, faisceaux latéraux déjà recouverts par les fibres des feuilles supérieures ; C, bourgeon commençant à pousser, dont la base médullaire descend jusqu'au faisceau A.

Fig. 8. Écorce du rameau de la fig. 7. A, ouverture par où sortent le faisceau médian et les fibres corticales qui l'accompagnent ; B, B, ouvertures par où sortent les faisceaux latéraux ; C, ouverture du bourgeon.

PLATANUS ORIENTALIS.

Extrémité d'un rameau fendu longitudinalement. A, base d'un pétiole, présentant à la partie inférieure une cavité (non close), dans laquelle est placé le bourgeon E ; *a*, stipule du pétiole A, adhérant circulairement à la tige et au contour de la cavité du pétiole, de sorte que celle-ci s'ouvre en-dedans de la stipule ; B, une feuille supérieure ; *b*, sa stipule ; C, un rudiment de feuille ; *c*, sa stipule ; D, le dernier rudiment de feuille ; *d*, sa stipule enveloppant le bourgeon terminal G, mais ne recouvrant pas encore un bourgeon axillaire visible ; E, bourgeon de la feuille déjà enveloppé d'une tunique complète qui, se perforant au sommet, laisse un intervalle assez grand entre elle et le bourgeon, puis est remplacée par une autre ; ces tuniques sont les stipules de feuilles avortées, et, comme celles des feuilles parfaites, elles enveloppent le bourgeon erminal du rameau axillaire chacune leur tour ; F, bourgeon de la feuille C.

Planche VIII.

BETA VULGARIS, var. (*Betterave blanche*, à sucre).

Fig. 1. Coupe verticale de la racine et de la tige de la première année (collet). *a*, tige de la première année, plus alongée que dans la Carotte, présentant au centre une large médulle susceptible de se déchirer et de se détruire, s'enfonçant en diminuant jusque dans la racine, mais disparaissant bientôt parce que les faisceaux fibreux de la racine se croisent légèrement; à l'extérieur, la tige présente des fibres formant des courbures comme dans la Carotte, et s'anastomosant de manière que celles des couches les plus profondes envoient des faisceaux qui vont concourir à la formation des feuilles ou des bourgeons supérieurs; *c, d, e*, zones transparentes séparées par des zones médullaires qui vont se confondre avec la médulle corticale, qui est fort peu épaisse; les zones les plus extérieures sont sans vaisseaux, elles montent moins haut que les intérieures, *c* finissant avant *d* et *e*; les intérieures contiennent des vaisseaux dans leur partie interne; *b*, zone transparente de la racine analogue à celle de la tige, contenant aussi des vaisseaux dans la partie la plus interne, séparée des zones voisines par une partie médullaire; les dernières zones *f, g*, sont subdivisées par les parties médullaires *h, i, j*, qui ne forment pas encore des zones continues.

OBSERVATION. Les faits précédemment exposés montrent que la racine de la Betterave est formée de zones transparentes qui contiennent les vaisseaux et se déchirent facilement, alternant avec de larges zones non transparentes ne contenant pas de vaisseau; elle paraît ainsi formée de plusieurs couches bien qu'elle soit annuelle; elle ne montre pas d'écorces distinctes, parce que le système cortical a très-peu d'épaisseur et que la zone transparente qui la sépare du système central ne diffère pas de celle qu'on remarque dans ce dernier. Toute la racine est dépourvue de grains de fécule; elle est gorgée de sucs, ce qui la rend très-sensible à la gelée; le sucre est dissout dans les sucs que contiennent surtout en grande abondance les zones transparentes; les vaisseaux trachéens entourés par les utricules pleines de liquides sucrés ne contiennent

que des gaz ; les liquides n'y pénètrent que lorsqu'on y fait le vide.

Fig. 2. Coupe transversale de la racine. *a*, zone centrale formée d'un petit nombre de faisceaux très-serrés et laissant un petit canal médullaire au centre ; *b*, *c*, *d*, *e*, zones concentriques formées d'un cercle transparent et d'un cercle médulleux ; la partie transparente contient des groupes vasculaires devenant de plus en plus petits et de plus en plus nombreux, séparés par un tissu qui tend à cesser d'être transparent (rayons médullaires) ; *f*, zone encore entièrement parenchymateuse : elle présente des points où elle commence à être partagée par une portion qui cesse d'être parenchymateuse, *g*.

Fig. 3. Coupe verticale d'un faisceau vasculaire de la tige (vue au microscope). *a*, *a*, *a*, *a*, tissu utriculaire alongé, parenchymateux, placé entre les vaisseaux ; *b*, trachée à spirale écartée ; *c*, trachée à spirale serrée ; *d*, trachée à spirale serrée, rapprochée des autres vaisseaux *e*, *e*, *e*, dont les lames sont diversement anastomosées.

Fig. 4. Coupe verticale de deux zones de la racine. *a*, tissu formé d'utricules larges, arrondies ; *b*, *b*, *b*, vaisseaux à lames diversement anastomosées, tantôt serrées, peu anastomosées (fausses trachées), tantôt présentant des anastomoses nombreuses et irrégulières (vaisseaux poreux) ; on ne voit pas de trachées à spirales libres et écartées ; *c*, portion extérieure de la zone transparente, formée d'utricules alongées, succulentes, ne contenant pas de vaisseaux ; *d*, tissu à utricules arrondies, non parenchymateuses, séparant deux zones transparentes ; *e*, couche transparente la plus extérieure, parenchymateuse, formée d'utricules alongées, ne contenant pas encore de vaisseaux ; *f*, tissu utriculaire lâche, arrondi, appartenant à l'écorce ; *g*, tissu plus transparent et plus dense, formant la partie extérieure de l'écorce.

Fig. 5. Vaisseaux de la racine séparés, formés de pièces alongées et paraissant s'anastomoser.

Fig. 6. Portion de la zone la plus récente du système central, vue à l'extérieur, après l'enlèvement de la portion corticale. *a*, *a*,

faisceaux parenchymateux dans lesquels n'existent pas encore de vaisseaux ; ces faisceaux s'anastomosent irrégulièrement et laissent entre eux des intervalles *b*, *b*, remplis de tissu formé d'utricules arrondies, non parenchymateuses.

Fig. 7. Portion de l'avant dernière zone du système central, vue extérieurement, après l'enlèvement de la première zone. Elle est formée comme la précédente de faisceaux parenchymateux, *a*, *a*, *a*, séparés par des utricules arrondies *b*, *b* ; dans les faisceaux parenchymateux sont des cordons vasculaires qui s'anastomosent en s'unissant entre eux.

Planche IX.

Impatiens Balsamina.

Fig. 1. Coupe transversale d'un rameau (grossi). Les faisceaux vasculaires sont encore isolés ; les principaux sont irréguliers, séparés les uns des autres par des faisceaux plus petits qui manquent en certains points.

Fig. 2. Coupe de la partie supérieure de la tige (grossie). La tige est devenue un peu fistuleuse ; les gros faisceaux vasculaires sont déjà soudés avec les plus petits, de manière à former une couche irrégulière, continue.

Fig. 3. Coupe de la partie inférieure de la tige (grossie). A, médulle centrale formée d'utricules très-larges, paraissant devoir bientôt former une cavité au centre, qui est encore occupé par quelques cellules dilatées ; B, partie interne d'un faisceau, entièrement utriculaire, très-légèrement parenchymateuse ; C, partie moyenne plus parenchymateuse, contenant des vaisseaux épars (trachées) ; D, partie externe du faisceau, presque entièrement vasculaire, unie aux faisceaux intercalés de manière à former une couche irrégulière ; E, couche semi-transparente entre le bois et l'écorce, contenant déjà quelques vaisseaux ; F, partie interne de l'écorce, verdâtre, formée d'utricules élargies ; G, couche externe blanche, formée d'utricules alongées ; H, couche épidermique.

Fig. 4. Coupe transversale d'une racine. Elle présente les faisceaux vasculaires encore isolés, une médulle centrale, large, se

faisceaux formée de vaisseaux plus rapprochés, surtout à l'extrémité interne des faisceaux principaux ; *i*, portion interne des faisceaux, formée de tissu parenchymateux ; *j*, médulle centrale, vide, blanche, régulière.

Fig. 9. Utricule de la couche parenchymateuse *d*, fig. 8, soumise à un grossissement plus considérable, et montrant les cavités pleines de globules ou vides.

Fig. 10. Coupe verticale du faisceau représenté fig. 8. *a*, couche épidermique ; *b*, couche externe blanche, subparenchymateuse, formée d'utricules alongées, contenant quelques globules ; *c*, couche d'utricules grandes, pleines de globules verts ; *d*, couche transparente, formée d'utricules alongées ; *e*, *e*, *e*, tissu parenchymateux, formé d'utricules très-alongées, tellement pleines de globules qu'on éprouve les plus grandes difficultés pour apercevoir les vaisseaux ; *f*, *f*, vaisseaux à larges ponctuations ; *g*, trachée à spirale très-serrée ; *h*, trachée à spirale double, lâche ; *i*, trachée à lame simple ; *j*, médulle centrale, dont la partie extérieure est encore un peu parenchymateuse.

Sambucus nigra.

Fig. 1. Rameau de l'année, dépouillé de l'écorce. A, faisceau médian d'une feuille ; B, saillie médullaire formant le bourgeon ; C, C, faisceaux latéraux de la feuille.

Fig. 2. Le même, vu de côté. A, A, faisceaux médians des feuilles ; B, B, saillies médullaires formant les bourgeons ; C, C, faisceaux latéraux ; D, faisceau d'une feuille supérieure, fournissant les faisceaux les plus externes des feuilles du verticille inférieur, et envoyant un petit faisceau à chacune des deux stipules subulées.

Fig. 3. Ecorce du rameau vue par la face interne. A, trou par où sort le faisceau principal ; B, trou par où sort la saillie de la médulle centrale du bourgeon ; C, C, trous par où sortent les faisceaux latéraux. Les fibres corticales s'engagent dans les ouvertures pour former l'écorce du bourgeon ; les fibres supérieures s'écartent pourpasser entre les ouvertures que traversent les vaisseaux ligneux.

Observation. Les feuilles supérieures des rameaux sont souvent constituées par trois faisceaux au lieu de cinq ; c'est ce que montrent les figures.

Planche XI.

Centranthus ruber.

Fig. 1. Coupe transversale de la tige (grossie). *a*, couche médullaire de l'écorce ; *b*, couche verte de l'écorce ; *c*, couche transparente entre le système central et le cortical ; *d*, *d'*, *d*, *d*, *d'*, *d*, six faisceaux isolés, entourés de tissu parenchymateux, destinés à former le premier verticille de feuilles ; *d'*, *d'*, faisceaux médians des deux feuilles opposées ; *e*, *e'*, *e*, *e*, *e'*, *e*, six faisceaux alternant avec les précédents, moins épais, mais plus élargis, formés par le rapprochement de trois faisceaux : le central, destiné à former le deuxième verticille ; les latéraux, destinés à remplacer successivement les faisceaux épanouis, *e'*, *e'*, répondant au faisceau médian des deux feuilles opposées ; le cercle vasculaire de la tige est ainsi formé de vingt-quatre faisceaux.

Fig. 2. Portion de la tige, dépouillée d'écorce et montrant les faisceaux vasculaires encore isolés, parce qu'elle n'a encore fourni qu'un petit nombre de feuilles. *a*, faisceau médian de la feuille (*d'* de la fig. 1) ; *b*, *b*, faisceaux latéraux de la feuille (*d*, *d*, de la fig. 1) ; *c*, *c*, faisceaux médians des feuilles du verticille supérieur (faisceaux centraux de *e'*, *e'*, fig. 1) ; *d*, *d*, faisceaux latéraux de ces feuilles (faisceaux centraux de *e*, *e*, fig. 1) ; *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, faisceaux destinés à remplacer les faisceaux épanouis en feuilles (faisceaux latéraux de *e*, *e'*, *e*, fig. 1) : *f*, *f*, fibres des bourgeons axillaires ; *g*, *g*, rameaux d'anastomoses s'unissant avec un autre rameau pour reformer la fibre épanouie en feuille.

Fig. 3. La même fendue d'un côté, et étalée sur un seul plan pour laisser voir ensemble tous les faisceaux. *a*, *a*, faisceaux centraux de deux feuilles opposées ; *bb*, *bb*, faisceaux latéraux des mêmes feuilles ; *c*, *c*, faisceaux médians des feuilles du verticille supérieur ; *dd*, *dd*, faisceaux latéraux des mêmes feuilles ; *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, faisceaux destinés à remplacer les faisceaux épa-

nouis en feuilles; *f, f, f, f, f,* fibres des bourgeons axillaires; A, fibre formée par les anastomoses des cordons réparateurs, remplaçant une fibre du deuxième verticille, et allant s'épanouir au quatrième; B, continuation du faisceau réparateur; C, fibre remplaçant une de celles qui se sont épanouies au premier verticille et allant s'épanouir au troisième.

Fig. 4. Tige dépouillée d'écorce, dont les faisceaux vasculaires ont produit un plus grand nombre de feuilles, de sorte que les fibres sont plus nombreuses et serrées en une couche continue; *a, a,* faisceau médian de deux feuilles opposées; *b, b,* faisceaux latéraux des mêmes feuilles, se réunissant en arcade et rendant ainsi les feuilles connées; *h, h,* faisceaux secondaires sortant de la convexité de l'arcade et constituant un deuxième faisceau latéral pour chaque feuille; au nœud supérieur, on voit *c* former le faisceau médian d'une des feuilles qui sont opposées en croix avec celles du verticille inférieur; *d, d,* sont les faisceaux latéraux de cette feuille; ils fournissent une ramification *i, i,* qui va s'unir à une portion semblable venant des fibres placées de l'autre côté de la tige, et forment l'arcade de laquelle sortent les deux faisceaux secondaires *k, k; f, f,* sont les fibres du bourgeon axillaire.

Observation. *a, a,* et *b, b,* au point de leur épanouissement, sont isolés au milieu d'un espace laissé vide par les fibres des feuilles supérieures; au-dessus du point où s'épanouissent les feuilles, *ee, ee,* se rapprochent pour remplacer *a, a, b, b* épanouis en feuilles et s'écartent ainsi de *c, d, d,* qui vont former les feuilles supérieures; de sorte que la base de ces faisceaux est encore isolée, et que dans leur longueur ils sont encore un peu distincts, comme l'étaient *a, a, b, b* au-dessous du nœud. Ainsi à chaque nœud on voit six espaces cellulaires, alongés, au milieu desquels sont les fibres qui vont s'épanouir et un peu plus haut six autres espaces cellulaires, traversés par des faisceaux isolés, qui sont les faisceaux qui formeront le verticille supérieur.

Clematis Vitalba.

Fig. 1. Coupe transversale de la tige. *a*, épiderme recouvrant

une couche mince de tissu formé d'utricules lâches ; *b*, couche de tissu parenchymateux blanc, non succulent ; *c*, couche de tissu utriculaire lâche, vert ; *d, d, d, d, d, d*, six gros faisceaux vasculaires répondant aux angles de la tige ; ils sont formés intérieurement d'une partie parenchymateuse peu épaisse, puis d'une portion vasculaire semi-circulaire, ou en croissant, et à l'extérieur d'une partie parenchymateuse encore transparente ; *e, e, e, e, e, e*, six petits faisceaux alternant avec les précédents et correspondant aux faces concaves de la tige, organisés du reste comme les précédents ; *f*, tissu utriculaire, lâche, blanc, un peu plus dense et verdâtre vers le cercle vasculaire ; *g*, centre vide.

Fig. 2. Portion d'épiderme vue au microscope ; formée d'utricules alongées, amincies aux extrémités.

Fig. 3. Un faisceau (*d*, fig. 1) vu au microscope. *a*, couche épidermique ; *b*, couche de tissu utriculaire, lâche, plus ou moins épaisse ; *c*, couche formée d'utricules parenchymateuses, blanches, denses, peu succulentes, présentant au centre une cavité souvent très-petite, parfois assez large ; *d*, couche d'utricules lâches, vertes ; *e*, partie parenchymateuse des faisceaux encore transparente, un peu opaque dans la partie qui avoisine les vaisseaux ; *f*, portion vasculaire formée de vaisseaux de grandeur variable, dont les plus grands sont placés vers les extrémités du croissant ; *g*, portion parenchymateuse interne dans laquelle on voit bien la cavité intérieure des utricules ; ce tissu forme d'abord un cercle non interrompu, c'est-à-dire qu'il s'étend de faisceau à faisceau sans être divisé par un tissu lâche ; *h*, tissu utriculaire interne, lâche, formant la médulle centrale ; ce tissu est presque transparent, mais les parois conservent une certaine épaisseur, et il est très-susceptible de se détruire ; *i*, rayon médullaire semblable à la médulle centrale ; *j*, portion du rayon médullaire participant de la transparence de la portion *e*, surtout dans le voisinage de la zone verte *d*.

Fig. 4. Ensemble des faisceaux vasculaires dépouillés du tissu utriculaire et disposés sur un seul plan au lieu de former un cercle, les cordons *g*, *g*, et les cordons *h*, *h*, sont continus dans l'état

naturel. *d, d', d, d, d', d,* faisceaux qui forment le premier verticille des feuilles; (faisceaux *d, d, d, d, d, d,* de la fig. 1); *d', d',* sont les faisceaux médians; *d, d, d, d,* les faisceaux latéraux; *e, e, e', e, e', e,* (*e, e, e, e, e, e,* fig. 1), faisceaux formant les feuilles du second verticille; *f, f', f,* points où s'épanouissent les fibres des feuilles du premier verticille; *i, i, i, i,* cordons réparateurs se séparant des fibres du premier verticille vers le point de leur épanouissement et se partageant bientôt en deux branches; *b, b,* etc., divisions des cordons *i, i,* qui s'anastomosent au-dessus du point d'épanouissement des fibres du premier verticille et constituent les faisceaux du troisième; *a, a,* etc., autres divisions des cordons *i, i,* etc., s'accolant aux fibres du deuxième verticille, leur donnant plus de volume, de sorte qu'au-dessus du premier verticille les faisceaux du deuxième verticille forment les angles saillants de la tige qui alternent conséquemment avec ceux qui se trouvent au-dessous du premier verticille; arrivés au point d'épanouissement des fibres du deuxième verticille, les cordons réparateurs se comportent comme au premier; ils abandonnent les faisceaux qui vont s'épanouir, formant de chaque côté un cordon isolé qui se bifurque; le rameau interne s'accole avec un rameau correspondant d'un autre cordon et forme au-dessus des fibres du deuxième les faisceaux des feuilles du quatrième; le rameau interne va s'accoler aux fibres du troisième, et ainsi de suite à chaque nœud.

Les bourgeons qui sont placés au-dessus des faisceaux médians envoient leurs fibres sur les cordons qui vont réparer le faisceau épanoui.

Planche XII.

Rubia tinctorum.

Fig. 1. Portion de tige dépouillée d'écorce et garnie d'un verticille composé de six expansions foliacées. A, B, tige contenant six faisceaux foliaires (trois seulement sont vus dans la figure); C, C, C, expansions stipulaires ne présentant pas de bourgeon dans leur aisselle et ne recevant pas de faisceau direct de la tige; E, E, E, trois feuilles alternant avec les stipules, recevant directement leurs faisceaux vasculaires de la tige et garnis de bourgeons axillaires

qui ont produit les rameaux D, D (coupés dans la figure) et D' qui porte un verticille formé de quatre expansions; *i*, *j*, feuilles du rameau portant à l'aisselle les bourgeons *k*, *l*; *g*, *h*, feuilles stipulaires interposées entre les précédentes; *m*, bourgeon terminal du rameau; *a*, *a*, faisceaux se rendant aux feuilles E E (le troisième est de l'autre côté de la tige), formant au-dessous du verticille une arcade anastomotique *f* de laquelle sort la nervure d'une stipule C (les deux autres arcades sont de l'autre côté de la tige): *b*, faisceau placé entre *a* et *a*, correspondant à la stipule *c* (les deux autres fibres semblables sont de l'autre côté), ne lui fournissant pas de fibre, passant sous l'arcade *f*, se continuant en *e* pour aller former une feuille du deuxième verticille correspondant à une stipule du premier, alternant avec les feuilles de ce premier verticille, et formant enfin, avant de s'épanouir, des arcades stipulaires; *c*, *c*, faisceaux formés par des fibres distinctes ou réunies, placés entre *a* et *b*, reconstituant les faisceaux *a*, *a*, au-dessus des points où ils ont formé les feuilles E, E, et allant former les feuilles du troisième verticille, qui correspondent à celles du premier.

Observation. Les six faisceaux vasculaires forment six côtes sur la surface de la tige. Ces côtes sont interrompues au point d'insertion des verticilles, parce que trois des faisceaux s'épanouissent et que les trois autres passent sous les arcades qui forment les stipules; au-dessus du nœud les faisceaux reparaissent parce que ceux qui se sont épanouis sont reformés par les fibres intercalées entre les faisceaux, et que les autres se dégagent des arcades. Parmi les côtes de la tige, trois sont plus marquées: la tige a donc trois angles saillants et trois faces planes portant au milieu une petite côte; les faisceaux saillants répondent à chaque verticille aux feuilles gemmifères; celles du deuxième étant alternes avec celles du premier, celles du troisième avec celles du deuxième, etc., il en résulte que les angles et les faces de la tige alterneront à chaque nœud.

Fig. 2. Portion de tige dépouillée d'écorce. *a*, *a*, *a*, faisceaux des trois feuilles gemmifères; *b*, *b*, faisceaux répondant aux feuilles stipulaires (le troisième est de l'autre côté de la tige) passant derrière

les arcades qui forment ces dernières, se continuant en *e, e,* pour former les feuilles du deuxième verticille et les arcades stipulaires du même verticille; E, E, E, commencement de la nervure des feuilles gemmifères; D, D, D, bourgeons de ces feuilles dont les fibres se placent entre les faisceaux *a* et *b; f, f,* arcades qui servent à former les faisceaux des feuilles stipulaires; *c, c, c,* faisceaux formés par les fibres placées entre *a* et *b* qui fournissent à chaque nœud des rameaux, lesquels en s'anastomosant remplacent les fibres épanouies; les faisceaux *c, c, c,* remplacent *a, a, a,* et vont former les faisceaux des feuilles gemmifères du troisième verticille.

Aristolochia Clematitis.

Fig. 1. Section transversale d'un pétiole (grossi). *a,* médulle extérieure présentant des parties vertes *c, c, c, c,* vers sa jonction avec la zone centrale; *b,* faisceau médian; *d, d,* premiers faisceaux latéraux; *e, e,* deuxièmes faisceaux latéraux; *f,* médulle intérieure, blanche.

Le faisceau *b* et les faisceaux *d, d,* sont formés par la réunion de fibres provenant de faisceaux divers (voir fig. 2).

Fig. 2. Fibres concourant à la formation d'une feuille (détachées et grossies). *a, a,* deux faisceaux correspondant à la partie moyenne de la feuille, se bifurquant au sommet; *c,* faisceau médian de la feuille formé par les branches internes de la bifurcation des faisceaux *a, a; b, b,* faisceaux latéraux s'unissant en arcade avec les branches externes des faisceaux *a, a:* de cette arcade sortent les faisceaux latéraux *d, d* (fig. 1 *d, d*), et les petites fibres *e, e* (fig. 1 *e, e*).

Fig. 3. Une feuille, un pétiole et une portion de tige dépouillés d'écorce pour laisser voir la distribution des fibres. A, partie inférieure de la tige; *a,* l'un des faisceaux médians (un des faisceaux *a,* fig. 2); *b,* faisceau latéral (*b,* fig. 2); *c,* fibre médiane du pétiole (*c,* fig. 2), formée des branches internes des faisceaux médians; *d,* fibre latérale du pétiole (*d,* fig. 2), formée par l'arcade résultant de l'anastomose du faisceau *b* et de la branche externe du faisceau *a; e,* deuxième faisceau latéral (*e,* fig. 2), formé par la même

arcade ; *f*, nervure médiane formée par le prolongement de la fibre médiane *c* ; *k*, prolongement de la fibre latérale *d* et fournissant par son côté interne les nervures principales *g*, *h*, *i* ; *l*, prolongement de la petite fibre *e*, se réunissant à *k* et ne fournissant que de très-petites ramifications.

Observation. On trouve dans cette feuille l'explication de la structure des feuilles *pédiaires* ou pédalinervées, dont la nervure médiane est très-petite, tandis que les nervures latérales, très-développées, produisent presque toutes les ramifications : cela tient au volume relatif des fibres fournies par les faisceaux caulinaires.

Fig. 4. Tracé fictif montrant la disposition des fibres sur la tige ; le cercle entier est représenté ouvert et sur un plan. *a*, *a'*, les deux faisceaux répondant à la partie moyenne d'une feuille ; *b*, *b'*, les faisceaux latéraux ; *c*, fibre médiane du pétiole formé par les branches internes de *a*, *a* ; *d*, *d*, premières fibres latérales du pétiole, naissant de l'arcade formée par les branches internes de *a*, *a* et par les faisceaux *b*, *b* ; *e*, *e*, deuxièmes faisceaux latéraux du pétiole, formés par les mêmes arcades ; *f'*, *f'*, faisceaux placés entre *a'* et *b'* ; *f*, *f*, faisceaux placés entre *a* et *b* ; *g*, *h*, *i*, *j*, *k*, faisceaux placés à l'opposite de la feuille, entre les deux faisceaux latéraux *b*, *b'* ; *l*, bourgeon dont les fibres vont se réunir à l'un des faisceaux *f* et *f'*, plus ou moins bas.

On voit donc qu'au-dessous de la feuille N.o 1 il y a treize faisceaux : deux médians, deux latéraux, deux faisceaux de chaque côté, entre le médian et le latéral correspondant, et cinq à l'opposite de la feuille, entre les latéraux. Au-dessus de cette feuille, le nombre des faisceaux reste le même, parce que tous les faisceaux épanouis sont remplacés ; au-dessous de la feuille 2 il y a encore treize faisceaux ; au-dessous des feuilles 3 et 4 il n'y en a plus que 12 ; au-dessous de la feuille 6 il y en a dix, puis neuf, etc.

Les feuilles conservent toujours le même nombre de fibres, et généralement il reste deux faisceaux entre le médian et le latéral correspondant ; de sorte que ce sont les faisceaux à l'opposite de la feuille qui diminuent ; cependant, au-dessus de la feuille 6, d'un côté on ne trouve qu'un faisceau entre un médian et le latéral correspondant.

La manière dont les fibres épanouies sont remplacées est variable; quelquefois les deux faisceaux voisins fournissent une branche qui, en s'unissant, reforme la fibre épanouie, comme *f*, *k* remplacent *b*; d'autres fois la branche de remplacement est fournie par un seul des faisceaux voisins, comme *b'* est remplacé par *g*; les deux faisceaux médians ne sont pas remplacés tous les deux; quelquefois aucun n'est remplacé; il arrive fréquemment que les faisceaux les plus voisins des faisceaux latéraux fournissent plus de branches qu'il n'en faut pour remplacer le faisceau voisin qui s'est épanoui: ainsi *g* fournit quelquefois trois branches, l'une continuant *g*, l'autre remplaçant, soit seule, soit avec une branche d'un des faisceaux *f'*, la fibre *b'*, la troisième servant à compléter le nombre des faisceaux qui serait incomplet, puisque toutes les fibres épanouies n'ont pas été directement remplacées.

Il y a donc peu de régularité dans la disposition des faisceaux.

On peut dire cependant que les feuilles de l'*A. Clematitis* ont en général la symétrie des feuilles alternes, c'est-à-dire que chaque feuille est le plus à l'opposite possible de la feuille qui la précède ou la suit, parce que les feuilles, primitivement opposées, ne sont devenues alternes que par l'avortement d'un ou plusieurs faisceaux. Ainsi, la deuxième feuille est presqu'à l'opposite de la première, la troisième à l'opposite de la deuxième, et les faisceaux médians des feuilles de cette plante sont doublés, parce les rameaux d'anastomose qui doivent les constituer, au lieu de se souder immédiatement, ne se soudent qu'au moment de l'épanouissement.

Fig. 5. Coupe transversale d'une tige (grossie). *a*, angle saillant, blanc, répondant aux faisceaux vasculaires; *b*, zone verte; *c*, zone blanche; *d*, zone verdâtre; *e*, partie transparente d'un faisceau; *f*, partie vasculaire; *g*, médulle centrale blanche.

Fig. 6. Une portion de la coupe précédente vue à une très-forte loupe. *a*, angle saillant blanc, formé d'un tissu subtransparent, parenchymateux, mais dont les utricules ont une cavité assez grande; *b*, zone verte, à utricules pleines de chlorophylle; *c*, zone blanche subtransparente, parenchymateuse, dont les utricules ont une cavité assez grande et se nuancent avec la zone suivante; *d*, zone verdâtre,

médullaire ; *e*, portion transparente du faisceau, à utricules parenchymateuses, mais à cavité déjà bien formée ; *f*, partie vasculaire ; *g*, médulle centrale. Cette tige est observée en automne.

ARISTOLOCHIA SIPHO.

Fig. 1. Section transversale d'une portion de tige, âgée de plusieurs années (diamètre quadruplé). *a*, couche épidermique crevassée ; *b*, couche de médulle blanche, semi-transparente, mais à utricules larges et non parenchymateuses ; *b'*, couche blanche, mais non transparente ; *c*, zone verte, formée d'utricules larges, pleines de chlorophylle ; *d*, deuxième zone verte, séparée de la précédente par un tissu utriculaire verdâtre (ces deux couches sont donc fort peu distinctes) ; *e*, partie parenchymateuse, blanche, transparente, élargie en travers, mais non confluente avec les parties voisines, analogues aux parties parenchymateuses de l'écorce du *Menispermum* ; *f*, zone blanche, demi-transparente, dans laquelle sont des parties opaques placées vis-à-vis les rayons médullaires (prolongements médullaires de l'écorce) ; *g*, zone transparente séparant le système cortical du système central, et produisant les nouvelles parties ; *h*, rayon médullaire primitif ; *i*, rayon médullaire secondaire ; *j*, vaisseaux formant des couches peu distinctes : *h*, médulle centrale.

Fig. 2. Portion d'un rameau présentant le point d'insertion d'une feuille. *a*, base du rameau ; *b*, partie supérieure ; *c*, renflement de la partie du rameau placée au-dessus de la feuille ; *d*, renflement causé par un des faisceaux latéraux de la feuille : *e*, *f*, *f*, cicatrice causée par la chute de la feuille, présentant vers *e* l'extrémité du faisceau vasculaire médian, vers *f*, *f*, l'extrémité des faisceaux latéraux ; *g*, *h*, *i*, trois bourgeons, coniques, dirigés horizontalement, le supérieur le plus gros, l'inférieur le plus petit, tout couvert de poils roussâtres, ainsi que la surface ovalaire au milieu de laquelle ils sont implantés.

Fig. 3. Portion de rameau dépouillé d'écorce. *a*, faisceau médian d'une feuille ; *b*, faisceau latéral se courbant en arcade vers la base de la feuille ; *c*, petit rameau donné au faisceau latéral par le faisceau médian ; *d*, bourgeon supérieur dont les fibres vont s'unir aux fibres caulinaires.

la croissance terminale, et tendant, par conséquent, à s'échapper hors la périphérie de la tige; G, médulle centrale du bourgeon, verte, encore dépourvue de fibres, se terminant par un petit mamelon transparent dans lequel n'existe encore aucune séparation entre la médulle centrale et la médulle corticale.

Fig. 9. Un rameau (grossi), fendu verticalement pour montrer l'origine des bourgeons latéraux. *c*, faisceau foliaire, se portant dans le pétiole *f*; *e*, écorce accompagnant le faisceau foliaire qui forme le pétiole; *d*, zone transparente, séparant le faisceau foliaire de l'écorce et l'accompagnant aussi dans le pétiole; *a*, lame corticale séparant la base du pétiole de la tige contre laquelle est appliqué le pli médullaire entraîné par le faisceau foliaire; il n'est point encore séparé de l'écorce par du tissu transparent; il est continu au centre avec la médulle *b*, et va former le bourgeon *g* au-dessus de la base épaisse du pétiole.

Fig. 10. Le même rameau, un peu plus avancé. Une couche transparente commence à se former en-dehors de la médulle centrale du bourgeon, de manière à la séparer des faisceaux corticaux contre lesquels elle est appliquée en-dedans; sa base tient à la médulle centrale, mais elle laisse voir facilement les faisceaux fibreux passant sur ses côtés.

Fig. 11. Le même, plus avancé. La couche transparente est tout-à-fait formée entre la médulle centrale du bourgeon et l'écorce.

Fig. 12. Coupe verticale d'un rameau pour montrer l'origine de deux bourgeons latéraux qui commencent à se développer. *a*, médulle centrale du bourgeon, s'étendant jusqu'au premier cercle vasculaire du rameau, mais ne paraissant pas communiquer avec le centre, parce qu'elle va toujours en se rétrécissant et qu'à sa base elle n'a pas le caractère médullaire : elle reste dense; elle est engagée dans les fibres ligneuses, parce que celles-ci appartiennent à des feuilles supérieures qui ont été formées après ces bourgeons; *b*, *b*, *b*, faisceaux fibreux du bourgeon, qui se rendent aux appendices foliacés en s'échappant comme ceux du bourgeon terminal (fig. 8). En-dehors des faisceaux est la zone transparente qui se continue avec celle de la tige.

SYRINGA VULGARIS.

Rameau de l'année, coupé verticalement pour montrer l'origine des bourgeons : elle est la même que dans l'*Æsculus ;* mais le pétiole étant canaliculé et la base mince, le pli médullaire est plus sensible et la base du bourgeon paraît reposer sur le faisceau fibreux qui s'échappe pour former la feuille. La partie de la couche corticale qui s'étend entre le point où sort le faisceau foliaire et celui où naît le bourgeon est extrêmement courte et à peine visible.

RICHARDIA SCABRA.

a, partie de la tige ; *b*, *b*, base de deux rameaux axillaires ; *c*, continuation de la tige ou rameau terminal ; *d*, *d*, deux feuilles opposées ; *e*, stipule interfoliacée à cinq ou même sept pointes, connée avec les feuilles.

PHYLLIS NOBLA.

Fig. 1. Feuilles et tige. *a*, *a*, tige ; *b*, *b*, deux feuilles opposées, vues par la face inférieure ; *c*, stipule interfoliacée, souvent garnie de deux dents latérales : la figure montre un trait fictif qui indique la direction des vaisseaux des feuilles et de la stipule ; *d*, base du pétiole d'une feuille inférieure ; *e*, *e*, les deux stipules interfoliacées ; *f*, *f*, bases de deux feuilles du verticille inférieur au verticille *d*, et correspondant à celles du verticille *b*, *b*; *g*, stipule interfoliacée, parfois bifide.

OBSERVATION. Un grand nombre de tiges ont les feuilles ternées.

Fig. 2. Portion de tige dépouillée d'écorce et grossie. *a*, *a*, tige ; *b*, *b*, faisceaux foliaires qui vont former le pétiole, fournissant un filet très-fin qui, se joignant à celui de l'autre pétiole, forme une arcade de la convexité de laquelle naissent une fibre très-ténue, *c*, qui pénètre dans la stipule et d'autres fibres *i*, *i*, extrêmement fines qui se reportent dans la feuille ; *d*, faisceau d'une feuille d'un verticille inférieur ; *d'*, *d'*, nervures extrêmement fines, partant de l'arcade formée par *d* et les faisceaux voisins, et allant se rendre à la feuille *d*; *e*, *e*, nervures fines partant aussi de l'arcade se rendant aux sti-

pules interfoliacées; *h, h,* et *h', h',* gros faisceaux longitudinaux placés dans les intervalles des fibres foliaires servant à reconstituer les fibres épanouies en feuilles par des rameaux qui s'anastomosent au-dessus du point d'épanouissement.

Asperula taurina.

Fig. 1. Tige dépouillée d'écorce. *a, a,* tige présentant des faisceaux soudés parce que la végétation de la plante est presque terminée; *b, b,* feuilles gemmifères dont les faisceaux fournissent de chaque côté un rameau pour former l'arcade *f,* de la convexité de laquelle naissent le faisceau médian de la feuille stipulaire, deux fibres pour les nervures latérales de cette même feuille, et de chaque côté une fibre qui forme une nervure latérale de la feuille gemmifère correspondante, de manière que cette arcade fournit cinq nervures.

Fig. 2. Tige grossie, dépouillée d'écorce, représentant de face le faisceau de la feuille gemmifère. *a*, faisceau de la feuille gemmifère fournissant les deux cordons *b, b,* qui vont concourir à former les deux arcades et dont chacun présente l'origine du faisceau médian de la feuille stipulaire correspondante, d'une nervure latérale de cette feuille, et d'une nervure latérale de la feuille gemmifère; *c,* base du bourgeon au-dessus duquel les fibres supérieures s'écartent de chaque côté.

Asperula odorata.

Fig. 1. *a, a,* tige dépouillée d'écorce, arrondie d'une manière générale, mais ayant quatre côtés saillants répondant aux feuilles gemmifères des verticilles pairs et impairs; *b, b,* feuilles gemmifères formées par un faisceau qui fournit de chaque côté un rameau pour constituer l'arcade *f,* de la convexité de laquelle sortent trois faisceaux pour former trois stipules; *c, c, c,* stipules placées d'un côté de la tige; *c', c', c',* stipules placées de l'autre côté de la tige, entre *b, b; d, d,* base des rameaux axillaires.

Observation. Dans l'ordre régulier, les verticilles sont formés de huit expansions foliacées; mais dans les rameaux les verticilles sont

de sept ou six feuilles par l'avortement de l'une ou des deux feuilles stipulaires médianes, alors la symétrie rentre dans celle du *Galium glaucum*. Il arrive aussi qu'un seul des deux rameaux axillaires se développe.

Planche XIV.

Galium glaucum.

Fig. 1. Un verticille. *a*, *a*, tige; *b*, *b*, feuilles gemmifères; *c*, *c*, *c*, *c*, feuilles stipulaires placées deux à deux entre les feuilles gemmifères; *d*, base d'un rameau axillaire très-développé; *d'*, un rameau axillaire entier, mais peu développé.

Fig. 2. Tige (grossie) dépouillée d'écorce. *a*, *a*, tige arrondie d'une manière générale, mais présentant quatre côtes, I et I, répondant aux feuilles gemmifères des verticilles pairs et à l'intervalle des stipules des verticilles impairs, 2 et 2 répondant aux feuilles gemmifères des verticilles impairs et à l'intervalle des stipules des verticilles pairs; *b*, *b*, faisceaux vasculaires des feuilles gemmifères du premier verticille, fournissant de chaque côté un rameau qui forme avec celui de l'autre feuille l'arcade *f*, de laquelle sortent les nervures des deux feuilles stipulaires *c*, *c*; *d*, *d*, base des rameaux axillaires; *g*, faisceau vasculaire d'une feuille gemmifère du deuxième verticille; *h*, *h*, les deux rameaux qui vont former l'arcade stipulaire; *e*, *e*, les deux feuilles stipulaires de *g*, qui sont placées l'une et l'autre à côté de la stipule correspondante de la feuille gemmifère opposée et forme ainsi une paire (*c*, *c* et *c*, *c*, placés entre *b*, *b*, fig. 1.)

Nota. Presque toujours l'un des rameaux axillaires est plus petit que l'autre; très-fréquemment, au lieu de deux feuilles stipulaires dans un des espaces interfoliacés, il y en a trois, une se développant entre les deux autres; de sorte que le verticille est composé de sept feuilles au lieu de six, et les deux rameaux axillaires paraissent un peu plus rapprochés d'un côté; alors l'angle des feuilles gemmifères du verticille supérieur correspond à la feuille stipulaire médiane; les feuilles sont toujours au nombre de six dans les verticilles des rameaux.

Populus angulata.

Tracé fictif montrant les fibres produisant des feuilles alternes, dont les faisceaux réparateurs sont accolés aux fibres mêmes qu'ils doivent remplacer, de manière qu'il n'y a qu'un nombre de faisceaux vasculaires égal au nombre de feuilles qui entrent dans la spirale. 1, fibre médiane de la première feuille; 2, fibre médiane de la deuxième feuille, etc.; 6, fibre médiane de la sixième feuille répondant à la première, etc.

Apocynum hypericifolium.

Tige privée d'écorce, à feuilles opposées; les feuilles 1, 2, 3, sont sur la même ligne et croisent les feuilles 4, 4, 5, 5, etc.; les faisceaux épanouis sont remplacés par des fibres qui se placent au-dessus d'eux et qui sont constituées par des fibres réparatrices placées entre les faisceaux foliaires, de sorte que la tige présente quatre séries de faisceaux foliaires larges, minces, blancs, et des fibres intercalaires qui deviennent de plus en plus nombreuses à la partie inférieure de la tige où sont réunies les fibres qui ont formé un plus grand nombre de feuilles.

Les feuilles de la base sont quelquefois, mais rarement, alternes; cela a lieu seulement parce que les deux faisceaux opposés *ne s'épanouissent pas à la même hauteur*, mais il n'y a pas de changement dans la disposition des faisceaux.

Lunaria rediviva.

Fig. 1. Faisceaux vasculaires de l'extrémité d'une tige dont les feuilles inférieures sont opposées, les feuilles supérieures alternes; ces faisceaux sont établis sur un seul plan. *a*, A, *a*, *a*, A, *a*, les faisceaux d'une paire de feuilles opposées; *b*, B, *b*, *b*, B, *b*, les faisceaux de la paire supérieure, ne paraissant pas croiser exactement la paire inférieure, bien que les nervures médianes B, B, de la paire supérieure naissent régulièrement entre les deux nervures latérales *a*, *a*, et *a*, *a*, des deux feuilles inférieures : cette disposition tient à ce que les nervures se contournent un peu en spirale; *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, sont les faisceaux réparateurs placés entre les faisceaux foliaires; E,

faisceau latéral de la feuille 3′ se soudant avec le faisceau qui remplace un des faisceaux latéraux de la feuille 3 et par conséquent avec ceux qui remplaçaient la nervure médiane de la feuille 2, qui sont intermédiaires; par conséquent E ne fait plus qu'un faisceau avec *e, f, g, h,* et le faisceau qui aurait été formé par *g, h,* et aurait remplacé le faisceau latéral de la feuille 3. Conséquemment, le nombre des faisceaux, qui était au nombre de 24 divisible par 6, est réduit au nombre de 20 divisible par 5.

La feuille 3′, ainsi rapprochée de la feuille 3, puisqu'elle a un faisceau latéral commun, s'épanouira plus tard, puisque le faisceau commun ne peut servir à deux feuilles que successivement; ainsi les feuilles deviendront alternes.

Observation. Les faisceaux de la tige du *Lunaria* ne sont pas tout-à-fait aussi réguliers que nous les représentons, 1.° parce que les fibres qui les composent ne sont pas unies; alors il y a quelquefois autant d'espace entre elles qu'il y en a entre les faisceaux voisins, et les faisceaux ne se distinguent plus nettement; 2.° parce que les deux branches qui doivent réparer les faisceaux foliaires ne s'unissent pas régulièrement, quelquefois elles ne se rejoignent que très-haut; 3.° parce que les faisceaux réparateurs ne se continuent pas régulièrement; tantôt la branche de continuation se séparant de la branche qui répare la première feuille plus ou moins au-dessus, plus ou moins au-dessous du point d'épanouissement de cette feuille.

Fig. 2. Tracé fictif montrant comment les feuilles deviennent alternes, et comment alors les faisceaux deviennent alternativement médians.

Les feuilles inférieures *a*, A, *a*, *a*, A, *a*, sont opposées, formées chacune de trois faisceaux séparés, et formant le verticille I I′; entre eux sont des faisceaux, soit uniques comme dans le *Clematis*, soit au nombre de trois comme dans le *Lunaria*, le *Sambucus*, le *Centranthus;* les filets médians *b*, B, *b*, *b*, B, *b*, sont les faisceaux du verticille II, II′; les filets latéraux *c*, *c*, *c*, *c*, etc., sont les fibres réparatrices des faisceaux épanouis. Au-dessus du verticille II, II′, les feuilles deviennent alternes, parce que K, l'un des faisceaux

latéraux de la deuxième feuille du verticille I I I, I I I′, se confond avec *l*, faisceau composé de trois filets qui se trouve entre K et l'un des faisceaux de la première feuille du verticille I I I, I I I′, faisceau qui se confond aussi avec le filet qui devrait remplacer ce faisceau latéral de la première feuille des verticilles I I I, I I I′.

Il résulte de là que cinq filets se réunissent en un pour former le faisceau latéral *m*, de manière que le nombre de faisceaux est de 20 au lieu de 24. Alors on a la symétrie quinaire, et les faisceaux 1, 2, 3, 4, 5, deviennent forcément médians chacun leur tour, parce que chaque feuille est obligée d'empiéter sur la feuille qui l'a précédée, afin d'avoir le nombre des faisceaux nécessaires, les faisceaux médians s'épanouissant dans le même ordre que dans le *C. Pepo*, de manière que la sixième feuille répond à la première. Les faisceaux réparateurs E, F, G, H, I, restent formés des mêmes éléments et sont rectilignes.

Planche XV.

Apium graveolens.

Fig. 1. Coupe transversale de la partie inférieure de la tige. *a*, couche épidermique; *b, b, b, b*, etc., cordons blancs, transparents, recouverts seulement par la couche épidermique, correspondant aux grosses côtes de la tige, marqués souvent d'un point opaque vers le bord interne, formés d'utricules parenchymateuses, dont les intérieures sont presque complètement oblitérées, les extérieures un peu moins; *c, c*, cordons semblables aux précédents, correspondant aux côtes secondaires; *d*, couche d'utricules lâches, hexagones, dont les extérieures sont vertes; *e, e*, etc., faisceaux vasculaires principaux, répondant aux grosses côtes, dépassant intérieurement le cercle parenchymateux qui contient les autres faisceaux; *f*, faisceaux semblables aux précédents, répondant aux côtes secondaires; *g, g*, faisceaux très-petits, interposés entre les précédents, composés de peu de vaisseaux, ne dépassant pas intérieurement le cercle parenchymateux; vis-à-vis ces faisceaux tertiaires se forment souvent de petits faisceaux parenchymateux placés, comme ceux qui répondent aux faisceaux principaux, contre la couche épidermique;

h, h, cercle parenchymateux, régnant entre les faisceaux vasculaires, formé d'utricules à parois épaisses, un peu jaunâtres et dont la cavité n'est plus qu'une ponctuation très-petite; *i,* médulle centrale, formée de tissu aréolaire, lâche, hexagonal, détruit au centre, contenant, à la partie inférieure de la tige, des faisceaux, *j,* arrondis et vasculaires, qui, le plus souvent, sont placés vis-à-vis les faisceaux primitifs, dont ils pourraient être une dépendance, comme la partie parenchymateuse interne des faisceaux du *Pepo;* ils contiennent des vaisseaux plus tard que les faisceaux du cercle extérieur.

Fig. 2. Portion de la coupe transversale de la tige (vue au microscope). *a,* couche épidermique, très-mince sur le dos des côtes; *b,* cordon parenchymateux de l'écorce, présentant un point opaque vers le bord interne; *d,* couche médullaire de l'écorce; *e,* un faisceau vasculaire principal, dépassant en-dedans le cercle parenchymateux *h,* formé de vaisseaux allant en grandissant du dedans au-dehors, présentant des intervalles *e'*, sans vaisseaux, dans lequel le tissu n'offre pas une ponctuation centrale régulière, comme dans le cercle parenchymateux *h'; k,* extrémité du faisceau encore transparente, formée d'un tissu dans lequel on ne discerne pas encore d'utricules, surtout dans la partie externe; la partie interne présente quelques parties opaques; mais on n'y distingue pas encore de vaisseaux; *g, g,* faisceaux secondaires; *j,* faisceau vasculaire placé dans la médulle centrale.

Fig. 3. Portion de tige fendue verticalement, dont le tissu utriculaire est détruit par macération. *a,* un faisceau foliaire; *b,* base du rameau axillaire; *c,* plexus formé par l'anastomose des fibres au point d'épanouissement de la feuille.

Observation. Toutes les fibres se soudent de diverses manières et forment ainsi un diaphragme incomplet qui est complété par la moëlle, de sorte que la cavité de la tige est interrompue par une cloison de feuille en feuille ou d'article en article. Dans le *Fœniculum,* la cloison vasculaire est plus complète, les faisceaux passant entièrement d'un côté à l'autre; dans le *Pepo,* la cloison vasculaire est encore moins complète, parce qu'il y a peu de ramifications qui

la constituent. Il résulte de la disposition que prennent les fibres à chaque nœud, que tous les faisceaux semblent concourir à la formation d'une feuille. La partie inférieure des plexus reçoit les faisceaux placés dans la médulle centrale ; la partie supérieure donne naissance à d'autres faisceaux centraux. Le mode d'origine et de terminaison de ces faisceaux est donc semblable à celui des autres.

Fig. 4. Tige dépouillée d'écorce et de tissu utriculaire, fendue d'un côté et étalée sur un plan. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, faisceaux foliaires, variant quelquefois en nombre, correspondant aux grosses côtes de la tige, s'épanouissant aux points *o*, *o*, etc., pour former la première feuille qui reçoit en outre de plus petits faisceaux placés entre les premiers (fig. 1); I, base du rameau axillaire, envoyant ses fibres sur chaque faisceau foliaire aux points *o*, *o*, de sorte que le rameau paraît naître par un grand nombre de racines; 9′, 10′, 11′, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, faisceaux foliaires de la deuxième feuille; 2, base du rameau axilliaire de la deuxième feuille, se comportant comme celui de la première, etc. On voit que la deuxième feuille empiète sur la première; les faisceaux 9′, 10′, 11′, correspondant aux faisceaux 8, 9, 10, 11 de la première feuille; 9′, 10′, 11′, remplaçant 8, 9, 10, 11, le nombre des fibres diminue.

19, fibre restant intermédiaire entre les deux premières feuilles, et concourant à former une feuille supérieure, donnant cependant de petits cordons aux feuilles inférieures (fig. 3).

En examinant l'ensemble des feuilles 1, 2, 3, 4, 5, 6 (fig. 4), on voit :

Que le nombre des faisceaux reçus par les feuilles va en diminuant ;

Que le nombre des faisceaux de la tige va en diminuant aussi par la soudure de plusieurs faisceaux entre eux ;

Que le nombre des fibres laissées libres entre deux feuilles est plus ou moins considérable ;

Que la feuille supérieure empiète sur l'inférieure d'un nombre de fibres plus ou moins considérable ; l'empiètement des feuilles

va presque jusqu'au faisceau médian de la feuille inférieure. Le faisceau médian de la feuille supérieure est parfois un des faisceaux latéraux de la feuille inférieure; les feuilles successives ne sont donc pas le plus possible à l'opposite; il y a donc une multitude d'irrégularités dans ces feuilles alternes. On observe cependant que le faisceau médian de la sixième feuille correspond à celui de la première.

Les feuilles inférieures se touchent presque, la deuxième naissant à peu près à la même hauteur que la première, mais les suivantes deviennent de plus en plus écartées l'une de l'autre (la fig. 4 représente les feuilles supérieures plus rapprochées qu'elles ne le sont naturellement).

Fig. 5. Tracé fictif représentant une tige à vingt côtes; deux feuilles inférieures très-rapprochées, ne laissant qu'une fibre libre entre elles, la supérieure *b* empiétant d'un côté sur *a*, la spirale tournant de droite à gauche, etc.

Fig. 6. Tracé fictif représentant une tige à dix-huit côtes, la spirale tournant de gauche à droite, les feuilles inférieures *a*, *b* recevant moins de faisceaux, n'empiétant pas l'une sur l'autre; les supérieures *c*, *d*, *e* s'écartant, recevant plus de faisceaux, empiétant l'une sur l'autre; les feuilles qui suivent *e* ont encore un nombre de faisceaux qui va croissant, de sorte que les feuilles reçoivent des cordons vasculaires de presque toute la circonférence de la tige; mais ensuite le nombre des faisceaux que chaque feuille reçoit diminue; elles finissent par ne plus en obtenir que de la moitié de la circonférence; elles sont très-rapprochées et presqu'à l'opposite, de manière qu'elles paraissent opposées. Le nombre des faisceaux de la tige va en diminuant.

Helianthus tuberosus.

Faisceaux corticaux de la partie supérieure d'une tige dépouillée d'épiderme, plus visibles que les faisceaux centraux auxquels ils correspondent, et dont ils ne font que la partie extérieure. Cette plante a cela de remarquable que les feuilles inférieures sont opposées, les supérieures alternes; 1, 2, 3, 4, 5, 6, faisceaux médians

des feuilles dans l'ordre de leur évolution; 1′, 1′, 2′, 2′, 3′, 3′, 4′, 4′, 5′, 5′, 6′, 6′, faisceaux latéraux de chacune de ces feuilles, qui ont ainsi trois faisceaux; la sixième feuille correspond à peu près à la première, mais cela n'est pas tout-à-fait constant; la correspondance d'ailleurs n'est pas exacte, cela doit tenir à ce que les feuilles supérieures sont produites par le développement latéral des faisceaux auxquels ils correspondent, et à ce que les portions latérales se séparent plus bas du faisceau primitif.

En suivant le faisceau médian d'une feuille, je suis souvent descendu jusqu'à la quatorzième ou quinzième feuille; là, il passait immédiatement près du bourgeon d'une feuille; ainsi le faisceau A, par exemple, s'en allait former la quatorzième feuille au-dessus du bourgeon de la feuille 2 près duquel il passe, et on pouvait encore le suivre six ou sept feuilles au-dessous de cette feuille 2 jusqu'à ce qu'il disparût par sa ténuité ou qu'il se joignît à un faisceau plus considérable.

Les faisceaux peuvent se détacher des faisceaux primitifs plus bas les uns que les autres; de plus, les cordons réparateurs ne s'unissent pas immédiatement et constamment au-dessus de l'épanouissement des faisceaux foliaires; ces deux circonstances déterminent l'irrégularité qu'on remarque dans le nombre des faisceaux caulinaires de l'*Helianthus*.

Planche XVI.

Aloe fruticosa.

Fig. 1. Coupe transversale d'une racine (diamètre huit fois plus grand que nature). A, couche épidermique; B, médulle extérieure, à utricules hexagonales alongées; C, cercle vasculaire primitif, toujours apparent dès l'origine de la racine, naissant dans un cercle parenchymateux, à utricules excessivement minces et gorgées de sucs, formant une couche colorée, présentant des parties transparentes aux points où vont se former les premiers groupes de vaisseaux; D, centre encore succulent, transparent.

Fig. 2. Racine plus avancée. A, couche épidermique; B, médulle corticale; C, cercle vasculaire primitif placé dans une zone paren-

chymateuse déjà formée de processus en partie distincts, correspondant à chaque faisceau vasculaire, séparés en-dedans et au-dehors par du tissu devenu médullaire, renfermant déjà la série de vaisseaux qui succèdent à ceux du cercle vasculaire primitif; D, centre à cellules plus distinctes.

Fig. 3. Racine encore plus avancée. A, couche épidermique; B, médulle extérieure; C, cercle vasculaire primitif, dont les processus parenchymateux internes sont plus développés et contiennent des vaisseaux plus nombreux, plus grands, à parois plus fermes et ligneuses; D, partie centrale à utricules très-marquées et contenant déjà quelques faisceaux E, E, isolés, arrondis, parenchymateux, pourvus d'un vaisseau central.

Fig. 4. Racine complètement développée. A, couche épidermique; B, médulle externe; C, cercle vasculaire primitif dont les processus parenchymateux contiennent des séries de vaisseaux bien formés et solides, devenant plus grand à mesure qu'ils sont plus internes; les processus sont séparés à l'intérieur et à l'extérieur par du tissu médullaire, de sorte que, à l'extérieur, ils forment des saillies régulières, dont le sommet est formé par chaque vaisseau primitif et est uni à la médulle externe par une couche à utricules presque transparentes; D, partie centrale, cellulaire, ferme, presque ligneuse, toute remplie de faisceaux parenchymateux, percés d'un grand vaisseau au centre, quelquefois soudés deux à deux, de manière à former un faisceau alongé, percé de deux vaisseaux, quelquefois soudés avec les faisceaux primitifs, de sorte que ceux-ci deviennent plus alongés.

Fig. 5. Portion de racine (diamètre quadruplé) dépouillée de la médulle externe pour montrer les saillies régulières formées par les faisceaux primitifs, longitudinales, simples, toujours séparées.

Fig. 6. Extrémité d'une racine, fendue verticalement (vue à une forte loupe). A, couche épidermique très-mince et peu apparente à l'extrémité; B, médulle corticale d'un tissu très-tenu contre les vaisseaux, comme transparent, de sorte qu'en ce point elle se détache par dessiccation pour laisser libre les saillies des processus

vasculaires (voir la fig. 5); C, C, C, premiers vaisseaux formés dans le cercle externe, accompagnés d'utricules alongées, très-ponctuées; ils sont multiples dans la partie inférieure, solitaires ensuite, et s'évanouissant avant d'atteindre l'extrémité de la racine; D, centre médullaire parenchymateux, jaunâtre à l'extrémité, présentant des parties plus transparentes *d, d,* dans lesquels se formeront les faisceaux fibreux internes.

Fig. 7. Faisceau primitif au moment de son développement (vu au microscope). Il est formé d'une trachée d'un diamètre très-petit, placée en-dehors, contre la médulle corticale; d'un autre vaisseau à raies transversales, imitant des fentes souvent parallèles, quelquefois dérangées ou confondues, devenant transparentes et peu visibles à l'extrémité du vaisseau, qui semble se terminer en cône; enfin d'un troisième accolé contre la partie inférieure du précédent, au côté interne et contre le tissu transparent dans lequel vont se former d'autres vaisseaux (voir la fig. 4.)

Fig. 8. Un faisceau externe, entièrement formé, fendu verticalement (vu au microscope). A, médulle corticale formée d'utricules très-minces, irrégulièrement hexagonales, alongées, marquées de ponctuations transparentes; B, utricules touchant les vaisseaux, alongées, tubuleuses, ponctuées; C, vaisseaux au nombre de six à sept; le premier est une trachée très-petite; les suivans sont des vaisseaux rayés augmentant de diamètre en s'approchant du centre; D, partie interne du faisceau formée de tissu utriculaire alongé, tubuleux, ponctué.

Fig. 9. Coupe transversale d'un faisceau central devenu ligneux (vue au microscope). A, tissu utriculaire alongé, tubuleux, ponctué, se nuançant avec le tissu de la médulle centrale, à méats interutriculaires assez grands, présentant des parties opaques, d'autres plus transparentes et des espèces de lames, comme si les utricules étaient liées entre elles par un tissu irrégulier, informe, solidifié; B, un vaisseau semblable aux vaisseaux internes des faisceaux qui forment le cercle externe, mais d'un diamètre beaucoup plus grand; B', deux vaisseaux semblables accolés.

ARUNDO DONAX.

Fig. 1. Partie du rhizome et base d'un chaume dont le tissu utriculaire est détruit par macération prolongée. A, A, rhizome formé de fibres longitudinales, distribuées sans ordre, simples, ou fournissant des rameaux qui s'anastomosent avec les fibres voisines; *a*, fibre profonde, fournissant une branche transversale qui se dirige vers le côté de la circonférence dont elle est la plus éloignée; *b*, *b*, fibres profondes, se courbant en-dehors pour aller s'épanouir en écailles ou feuilles rudimentaires, croisant ainsi les autres fibres et donnant un rameau qui continue chaque fibre en ligne directe vers la partie supérieure; *c*, fibre extérieure fournissant aussi un rameau pour la feuille rudimentaire et se continuant vers l'extrémité du rhizome; *d*, fibres tout-à-fait externes, accolées entre elles, de manière à former une couche mince, fournissant des fibrilles aux écailles et se prolongeant ensuite; B, racine formée de fibres parallèles, fines, se créant successivement à l'intérieur, n'ayant de connexion qu'avec la couche extérieure *d*; C, chaume, différent du rhizome parce qu'il est fistuleux et garni de diaphragmes; *e*, point d'entrecroisement des fibres du chaume avec les nombreuses ramifications qui forment primitivement un bourgeon volumineux, qui s'alonge et continue le rhizome; *f*, *f*, fibres constituant les parois du chaume, parallèles, serrées; *g*, *h*, diaphragme formé par l'anastomose des ramifications que donnent les fibres pour former les feuilles et les bourgeons, traversant la couche formée par les fibres longitudinales; *i*, *i*, fibres longitudinales constituant le deuxième article ou mérithalle, formées par le prolongement des fibres du premier mérithalle et naissant aussi du plexus *g*, *h*; *j*, *k*, deuxième plexus; *l*, *l*, fibres longitudinales du troisième mérithalle; *o*, *m*, *n*, troisième plexus, envoyant les ramifications les plus nombreuses du côté *o*, à l'opposite de *k*; *m*, une des fibres superficielles, fines, serrées, mais non soudées comme dans le rhizome, donnant une branche aux feuilles et se continuant pour aller à la feuille supérieure, où elle se divisera de même; *n*, fibre profonde plus volumineuse, fournissant aussi un rameau pour la feuille et se continuant.

Fig. 2. Portion de feuille (grossie). *a, a, a,* grosses nervures transparentes, formées par les faisceaux qui viennent de la partie interne de la tige; *b, b, b, b, b, b, b,* nervures formées par les fibres superficielles, petites, transparentes, parallèles, placées entre les grosses, souvent au nombre de quatre entre chaque paire de grosses nervures, mais quelquefois au nombre de 5, de 3 ou même de 2; *c, c, c,* etc., parenchyme vert placé contre les nervures; *d, d, d,* etc., lignes vertes, moins foncées, placées au milieu de chaque partie parenchymateuse qui se trouve entre les nervures, et portant le plus grand nombre des stomates.

Fig. 3. Vaisseaux composant les nervures, très-petits, très-serrés, à fentes ou pores très-peu apparents et difficiles à apprécier.

IRIS GERMANICA.

Fig. 1. Tubercule radicellaire au moment où il sort du rhizome (diamètre triplé). *a*, tissu utriculaire de la partie centrale du rhizome formé d'utricules alongées; *b*, faisceau vasculaire du rhizome; *c*, cercle parenchymateux, transparent, placé en-dehors des vaisseaux; *d*, médulle extérieure, à utricules hexagonales; *e*, couche épidermique; *f*, extrémité du tubercule, transparente, couverte d'un épiderme distinct de celui du rhizome, en contact avec une partie de la médulle externe du rhizome qu'a percé le tubercule radicellaire; *g*, médulle externe du tubercule radicellaire, un peu opaque, se continuant avec la partie interne de la médulle externe du rhizome; *h*, partie centrale, transparente, dans laquelle se sont formés les faisceaux vasculaires, et se continuant avec la partie parenchymateuse *c*; *i*, base du tubercule radicellaire, un peu opaque, souvent séparé de la couche *b* par le tissu parenchymateux *c*.

Fig. 2. Le même plus développé (vu au microscope). *a*, tissu de la partie centrale du rhizome; *b*, faisceau de vaisseaux ponctués et rayés; *c*, tissu parenchymateux extérieur aux vaisseaux; *d*, médulle externe; *e*, épiderme; *f*, épiderme de la racine; *g*, médulle externe de la racine; *h*, *h*, faisceaux vasculaires de la racine, formés de vaisseaux rayés et ponctués, naissant par un em-

patement radiciforme formé de pièces courtes, contournées, fasciculées, séparées ou réunies de diverses manières et s'accolant ou s'anastomosant avec le faisceau *b*.

Fig. 3. Section verticale d'une portion de l'extrémité supérieure du rhizome qui est redressée et garnie de feuilles. *a*, *a*, zone vasculaire; *b*, *b*, médulle externe ou corticale; *c*, médulle interne; *d*, base d'une feuille montrant une fibre encore transparente, provenant de la zone vasculaire; *e*, bourgeon axillaire terminé par plusieurs rudiments de feuilles, présentant des faisceaux vasculaires encore transparents unis aux faisceaux vasculaires du rhizome, et une médulle centrale circonscrite par une zone transparente et traversée par des lignes transparentes, irrégulières et interrompues, qui sont des fibres diversement coupées.

Planche XVII.

Yucca aloifolia.

Fig. 1. Coupe verticale d'une tige (grandeur naturelle). *a*, *a*, *a*, débris de l'épiderme et de la médulle corticale détruits par la macération; *b*, *b*, fibres extérieures serrées, pressées, anastomosées en réseau à mailles très-étroites (voir fig. 3), constituant la zone extérieure qui semble formée de couches superposées, mais unies entre elles par de nombreux vaisseaux qui passent de l'une à l'autre; *c*, fibres centrales, semblant *toutes* naître des fibres extérieures, décrire un arc de cercle et s'épanouir en traversant la zone dense placée à l'extérieur, comme aux points *d*, *d*; mais, en réalité, recevant non seulement des fibrilles de l'extérieur, mais des différents points de leur étendue, et fournissant des rameaux non seulement de leur extrémité qui traversent la zone dense, mais de leur partie centrale (voir fig. 2).

Fig. 2. Un faisceau vasculaire de la tige (un peu grossi). A, corps général du faisceau décrivant un arc de cercle provenant inférieurement de la partie extérieure du tronc, se portant ensuite vers le centre, se recourbant enfin en-dehors pour s'épanouir en feuille; il est formé par les fibres suivantes: *a*, fibrilles extérieures naissant de la médulle externe ou fournies à l'extérieur et dans

la zone compacte par les fibres qui s'épanouissent en feuilles; *b*, fibres qui proviennent des faisceaux foliaires avant leur passage dans la zone compacte; *c*, *c*, fibres produites par les fibres centrales; *f*, fibres fournies supérieurement par le faisceau A et allant se joindre à une fibre principale *g*; *e*, *e*, fibres principales formées directement par la fibre A; *i*, *i*, fibres naissant de A encore plus haut que les précédentes; *h*, *h*, *h*, fibrilles tout-à-fait extérieures, naissant près du point d'épanouissement de la fibre A, qui est quelquefois bifurquée à son extrémité; *d*, réseau extérieur, dense et serré, formé par les dernières ramifications des faisceaux vasculaires et concourant à former les nouveaux faisceaux: B, faisceau vasculaire croisant le faisceau A; C, faisceau croisé par A.

Fig. 3. Portion du réseau formé par les fibres extérieures, se divisant, se ramifiant, s'anastomosant et formant des couches qui semblent distinctes, mais qui s'anastomosent entre elles comme les fibres elles-mêmes, les soudures des fibrilles se faisant dans tous les sens.

Fig. 4. Coupe transversale d'une jeune racine (diamètre seize fois plus grand). *a*, couche épidermique rougeâtre; *b*, médulle extérieure à utricules hexagonales; *c*, partie interne de la médulle plus dense; *d*, un des faisceaux vasculaires extérieurs formé de vaisseaux d'une ténuité extrême, et ne se présentant que comme une zone de points obscurs; ces faisceaux extérieurs forment un cercle régulier et sont placés dans une zone transparente parenchymateuse séparant la zone *c* de la partie centrale; *e*, faisceau central, présentant un vaisseau plus grand que ceux des faisceaux extérieurs, mais à parois d'une très-grande ténuité.

Observation. Dans un âge plus avancé, cette racine n'a point changé de diamètre; mais la partie centrale est devenue dure et solide, pleine de faisceaux vasculaires; les vaisseaux centraux sont plus apparents; ceux de l'extérieur sont plus grands, mais en séries moins régulières et moins apparentes, parce qu'ils se confondent avec les utricules de la zone parenchymateuse, dont le plus grand nombre devient vide; les utricules placées entre les faisceaux vasculaires restent cependant parenchymateuses.

Fig. 5. Coupe verticale d'un faisceau (vue au microscope). *a*, couche épidermique; *b*, médulle externe; *d*, un vaisseau ponctué très-petit; *f*, un vaisseau ponctué plus gros; *c*, *e*, *g*, tissu parenchymateux formé d'utricules alongées, serrées, ponctuées comme les vaisseaux, et rendant ces derniers difficiles à apercevoir.

PANDANUS ODORATISSIMUS.

Fig. 1. Section transversale d'une portion de racine. *a*, couche épidermique; *b*, médulle externe formée d'utricules hexagonales assez lâches et contenant une quantité de faisceaux parenchymateux *c*, *c*, distants, se séparant par la macération, sans vaisseaux, formés d'utricules alongées, à parois jaunâtres épaisses, avec une très-petite ponctuation au centre; *d*, *d'*, faisceaux parenchymateux extérieurs, serrés, séparés les uns des autres par une ligne noirâtre qui n'existe pas dans les jeunes racines; tous ces faisceaux semblent constituer un cercle parenchymateux continu, régulier; les faisceaux *d* contiennent des séries de vaisseaux dont les extérieurs sont très-petits, les intérieurs de plus en plus grands: les faisceaux *d'*, qui alternent avec les précédents, ne contiennent qu'un point noirâtre situé à l'extérieur et annonçant la formation des vaisseaux.

Fig. 2. Une petite portion de la coupe précédente, plus grossie. Les mêmes lettres pour les mêmes objets.

Fig. 3. Coupe verticale d'un faisceau central. *a*, *a*, tissu médullaire entourant le faisceau; *b*, *b*, tissu parenchymateux formé de tubes alongés, serrés, criblés de ponctuations, de manière à rendre les vaisseaux difficiles à apercevoir; *c*, vaisseau rayé et ponctué.

Fig. 4. Fusidies contenues dans le tissu utriculaire.

Fig. 5. Globuline du tissu utriculaire de la racine.

Fig. 6. Une fibre du centre, fournissant et recevant dans la partie centrale des ramifications aussi grosses que celles qui se portent en dehors pour former les feuilles; elle paraît ainsi se continuer toujours au centre, fournir des divisions pour les feuilles, mais ne jamais s'épanouir elle-même.

Planche XVIII.

PANDANUS ODORATISSIMUS (suite).

Fig. 7. A, corps principal d'une grosse fibre, parcourant la tige en spirale, formée par les fibres *a*, *c* plus ou moins centrales, par les fibrilles *b*, *b* qui naissent des fibres inférieures au moment où elles s'épanouissent, fournissant à son tour des fibres, *d*, *f*, *f* plus ou moins centrales, et des fibrilles assez grosses *e*, *e*, au point d'épanouissement.

Fig. 8. Section longitudinale de la partie supérieure du stipes: ce stipes est formé d'une masse inextricable de fibres assez grosses et tendres, divisées, anastomosées, entrecroisées de mille manières, à peu près du même diamètre dans toutes les régions, de sorte qu'elles ne forment ni une couche distincte de fibrilles à l'extérieur, ni une zone compacte apparente; c'est à peine si elles sont un peu plus serrées vers l'extérieur; toutes ces fibres sont fort obliques, décrivant une spirale fort courte autour de la tige, de sorte que dans la section verticale on voit, sur l'un des bords, *a*, toutes fibres qui s'enfoncent en montant, tandis qu'au bord *b*, toutes les extrémités des fibres coupées semblent sortir de la tige; elles sont disposées ainsi sur plusieurs plans concentriques, de telle façon qu'en dedans du bord dans lequel les fibres plongent, on voit souvent un plan de fibres sortantes, et à l'autre bord on voit l'inverse, les tours de la spirale étant très-rapprochés, la section verticale coupe les fibres en portions peu étendues.

Fig. 9. Coupe longitudinale de la partie inférieure du même stipes, très-étroite à sa base, allant en s'élargissant supérieurement, parce que le nombre de fibres est allé en augmentant. *a*, *a*, racines sortant, plus ou moins haut, du stipes, fendues aussi longitudinalement, formées des fibres parallèles, serrées et comme agglutinées, sans anastomoses, ni divisions, ni entrecroisement; primitivement, ces racines naissaient de la surface extérieure des fibres les plus externes; mais dans l'âge avancé du stipes figuré elles présentent supérieurement une extrémité conique, qui s'enfonce dans la tige et dont les fibres sont entrecroisées avec les faisceaux caulinaires; cela tient

à ce qu'il s'est formé des fibres à l'extérieur de la tige après l'époque de la naissance des racines.

Planche XIX.

Dracæna Draco.

Fig. 1. Coupe transversale d'une très-jeune racine (diamètre huit fois plus grand). A, couche épidermique formée d'utricules épaisses, roussâtres; B, médulle extérieure; C, cercle des vaisseaux primitifs très-petits, placés dans un cercle parenchymateux, à cellules presque invisibles; D, centre encore transparent.

Fig. 2. Coupe d'une racine plus âgée. A, couche épidermique; B, médulle extérieure; C, cercle des vaisseaux primitifs placés dans des faisceaux parenchymateux, transparents, distincts, parce que entre chaque groupe vasculaire des lignes du tissu qui composaient le cercle transparent sont à l'état médulleux; D, partie centrale cessant d'être transparente, devenant médulleuse.

Fig. 3. Coupe d'une racine encore plus âgée. A, couche épidermique; B, médulle extérieure; C, cercle des vaisseaux primitifs, accompagnés de nouveaux vaisseaux formés dans la partie interne des faisceaux parenchymateux, à parois encore excessivement minces, presque transparentes; D, médulle centrale, aréolaire, contenant un faisceau parenchymateux E, au centre duquel est un vaisseau.

Fig. 4. Coupe d'une racine presque parvenue au terme de son accroissement. A, couche épidermique; B, médulle externe; C, cercle de faisceaux vasculaires, contenant outre les vaisseaux primitifs des vaisseaux à parois solides et bien déterminées, augmentant de diamètre et plus écartés les uns des autres à mesure qu'ils deviennent plus internes; D, médulle centrale toute remplie de faisceaux parenchymateux, arrondis, contenant un vaisseau au centre; quelques-uns de ces faisceaux, comme E, sont formés par deux faisceaux et contiennent deux vaisseaux; d'autres, comme F, sont soudés avec les faisceaux du cercle externe qui alors paraissent plus alongés.

Fig. 5. Coupe verticale d'une racine comprenant l'origine d'une ramification (diamètre quatre fois plus grand). A, couche épider-

mique; A', médulle externe; B, faisceau vasculaire; C, médulle centrale; D, couche épidermique de la ramification, faisant un petit repli au point où elle rencontre celle de la racine; D', médulle externe, se continuant avec celle du tronc de la racine; E, faisceaux parenchymateux, formant un cercle qui circonscrit la médulle centrale, et contenant des vaisseaux dont les premiers sont extérieurs et se continuent manifestement sur les premiers faisceaux du tronc de la racine; F, médulle centrale, devant contenir plus tard des faisceaux secondaires qui, à leur origine, s'entrecroisent parfois un peu avec les faisceaux du tronc de la racine; non parce qu'il s'est formé des fibres à l'extérieur de celui-ci, mais parce que les faisceaux secondaires pénètrent jusque dans l'intervalle des fibres primitives.

Fig. 5 *bis.* Coupe longitudinale de l'extrémité d'une racine. A, couche épidermique; B, médulle externe dont l'extrémité *b* est presque transparente; C, premier groupe vasculaire, composé de plusieurs vaisseaux dans la partie inférieure, n'en présentant plus, en haut, qu'un seul qui paraît s'être formé en-dedans des premiers et les dépasser; D, partie parenchymateuse et transparente des faisceaux vasculaires; E, premiers vaisseaux vasculaires qui naissent dans la médulle centrale; F, médulle centrale présentant une extrémité *f* opaque, parenchymateuse, et quelques lignes transparentes *f'* dans lesquelles doivent se former des faisceaux vasculaires centraux.

Fig. 6. Coupe transversale au point où naît une ramification (diamètre huit fois plus grand). A, couche épidermique; B, médulle externe; C, faisceaux vasculaires formant le cercle extérieur; D, faisceau central simple; E, deux faisceaux centraux, soudés; F, couche épidermique de la ramification; G, médulle externe; H, faisceau vasculaire; I, médulle centrale; J, noyau médullaire se continuant avec les faisceaux extérieurs du tronc de la racine; il a été formé quand les faisceaux vasculaires primitifs de la ramification se sont portés en-dehors.

Fig. 7. Même coupe (diamètre seize fois plus grand).

Fig. 8. Coupe verticale (vue au microscope) d'un faisceau cen-

tral (voir fig 3, E, fig. 6-7, D). A, A, tissu formé d'utricules lâches, subhexagonales, placées entre les faisceaux; B, B, tissu utriculaire alongé, tubuleux, ponctué; C, vaisseau central, d'un grand diamètre, marqué de plusieurs rangs de raies, souvent régulièrement disposées, parfois confusément placées; D, D, traces obscures déterminées par les débris du tissu qui unissait le vaisseau aux utricules tubuleuses, et faisant paraître le vaisseau central comme s'il était formé d'un cercle de vaisseaux accolés et entourant une lacune; mais les parois paraissent sans interruption dans d'autres points.

Fig. 9. Coupe verticale d'un faisceau du cercle extérieur. *a*, médulle externe; *b*, vaisseaux extrêmement petits, touchant immédiatement à la médulle extérieure : l'externe est une trachée, mais à lame très-serrée, paraissant un peu se dérouler à l'extrémité; l'interne est rayé; *c*, tissu parenchymateux à utricules fusiformes; *d*, vaisseau rayé assez grand; *e*, vaisseau poreux encore plus grand.

Planche XX.

Petit Palmier à fibres noires, de la collection de Paris.

Fig. 1. Coupe verticale et horisontale de la tige. *a*, *a*, médulle extérieure et couche épidermique; *b*, *b*, couche peu épaisse, formée par l'extrémité amincie des faisceaux qui vont s'épanouir et par des fibres très-fines fournies par l'extrémité de ces faisceaux avant qu'ils s'épanouissent en feuilles; *c*, *c*, cercle formé par des faisceaux noirs, durs, très-serrés, constituant le cercle le plus dense de la tige; *e*, *e*, faisceaux centraux, à vaisseaux plus grands, à tissu parenchymateux pâle; *f*, *f*, tissu aréolaire lâche, dans lequel sont disséminés les vaisseaux centraux; *d*, *d*, fibrilles naissant des gros faisceaux, abondantes au centre, se rencontrant moins dans la partie la plus dure; *g*, *g*, faisceaux venant du centre, s'épanouissant en feuilles et fournissant à leur extrémité de nombreuses fibrilles; *h*, faisceau qui n'a point encore atteint la couche extérieure, et dont la partie supérieure amincie est dans la couche fibreuse externe, où elle fournit des fibrilles; *i*, un faisceau qui va s'épanouir et qui fournit une ramification.

Fig. 2. *a*, un faisceau du centre, pâle, entouré de tissu lâche, fournissant des fibrilles, *b*, *b*, *b*, et recevant des fibrilles *c*.

Fig. 3. *a*, un faisceau s'épanouissant, croisant les fibres *b* du cercle dense, s'amincissant à l'extrémité, fournissant des fibrilles et quelquefois une ramification plus épaisse, en sortant du cercle dense.

Fig. 4. Fibre extérieure, commençant par une extrémité mince, blanchâtre, devenant promptement plus épaisse et noire : elle paraît naître du point d'épanouissement d'une autre fibre, et tend à se porter vers le centre.

Fig. 5. A, portion de la médulle externe vue par la face interne. *a*, fibrille formant les ramifications *a'*, *a'*, qui se plongent dans la médulle externe; *b*, *b*, autres fibrilles qui se plongent dans la médulle externe; *c*, fibrille qui en sort.

Fig. 6. A, portion de la médulle externe vue dans le sens de son épaisseur; *a*, fibrille paraissant adhérer à la médulle et s'en détacher ensuite; *b*, fibrille qui semble traverser la médulle de dedans en dehors pour s'épanouir; *c*, fibrille qui se porte en-dedans, comme si elle était formée par la fibrille *b* avant son épanouissement; *d*, fibrille placée dans l'épaisseur de la médulle externe et se dirigeant de bas en haut et de dedans en dehors; *e*, fibrille placée dans la médulle et se dirigeant en sens inverse. La médulle paraît ainsi recevoir des fibrilles qui vont s'épanouir et en fournir d'autres qui viennent des fibres qui s'épanouissent ou de la médulle elle-même.

Fig. 7. Coupe transversale d'un faisceau central. A, partie extérieure du faisceau formé d'utricules alongées, parenchymateuses, à cavités d'autant moins grandes qu'elles sont plus voisines des vaisseaux; B, vide qui se fait par déchirure du tissu transparent placé entre le vaisseau et le tissu précédent; C, deux gros vaisseaux rayés ou ponctués, car les raies ne font pas le tour du vaisseau (voir fig. 6), seulement ce sont des ponctuations alongées; D, amas de vaisseaux annulaires et spiraux entremêlés de tissu utriculaire, alongé, ponctué; E, tissu utriculaire hexagonal, lâche, placé entre les faisceaux.

Fig. 8. Coupe d'un autre faisceau central. Dans cette figure et les suivantes les mêmes lettres indiquent les mêmes parties. La déchirure en B n'est pas complète, il y a union cellulaire entre la partie vasculaire, la partie parenchymateuse et un vaisseau annulaire D', développé, au-delà du vaisseau rayé.

Fig. 9. Coupe d'un faisceau plus extérieur, la partie parenchymateuse enveloppant davantage les vaisseaux, formée d'utricules presqu'entièrement comblées, rousses ou partiellement noires.

Fig. 10. Un faisceau encore plus extérieur, les utricules parenchymateuses comblées, noires, et entourant presque complètement la partie vasculaire; la partie qui se trouve entre les vaisseaux et le tissu parenchymateux plus pâle et plus tendre, mais non déchirée.

Fig. 11. Un vaisseau semblable, les utricules toutes comblées et entourant tout-à-fait la partie vasculaire.

Fig. 12. Une coupe verticale du faisceau (fig 7). A, A, tissu médullaire lâche, placé entre les faisceaux; B, tissu utriculaire alongé, parenchymateux; C, vide formé par la séparation de la partie parenchymateuse et de la partie vasculaire; *c'*, *c'*, *c'*, *c'*, tissu utriculaire alongé, ponctué, placé entre les vaisseaux; D, grands vaisseaux à ponctuations alongées; E, vaisseau annulaire semblable aux trachées, mais plus large, à lames plus serrées, plus étroites, quelquefois anastomosées; F, trachée dont les lames présentent des lignes opaques irrégulières, et dont les spires sont séparées par des intervalles transparents; G, trachée moins complètement formée dont la spirale est moins visible.

Fig. 13. Portion du tissu parenchymateux, formée d'utricules alongées séparées par des méats assez marqués. Les parois de ces utricules sont très-épaisses, surtout dans les internes, dont la cavité est presque oblitérée.

Fig. 14. Portion du tissu utriculaire entremêlé aux vaisseaux, ferme, dur, solide, surtout près des vaisseaux, parce que là les uricules sont petites, nombreuses, comprimées.

Planche XXI.

Palmier à fibres rouges, du commerce de Paris.

Fig. 1. Coupe verticale et horisontale de la a tige. *a, a,* médulle externe et couche épidermique; *b, b,* couche formée par l'extrémité des fibres qui s'épanouissent comme *g, h,* par les rameaux qu'elles fournissent avant de percer l'épiderme, et par les fibrilles naissant de la médulle externe ; quelques-unes sont assez grosses, les plus nombreuses sont capillaires; les unes se plongent dans la médulle externe, quelquefois à peu de distance du point de leur origine ; les autres se réunissent, se partagent, reçoivent encore de nouvelles branches, et forment des fibres qui deviennent de plus en plus grosses, et qui s'épanouissent immédiatement ou sont repoussées en-dedans par les fibres qui se forment après elles ; *c, c,* couche très-dense formée par les faisceaux de la couche précédente qui deviennent de plus en plus internes, très-durs, très-épais, d'un rouge foncé, croisés par les faisceaux qui viennent du centre ; tous ces faisceaux produisent encore quelques ramifications et sont tellement pressés à cause de leur entrecroisement, que lorsqu'on les sépare, on voit qu'ils sont aplatis et qu'ils portent les empreintes les uns des autres; *e, e,* faisceaux centraux, à vaisseaux plus grands, à parenchyme moins coloré, devenant de plus en plus écartés, et séparés par des intervalles aréolaires plus grands, se courbant ensuite et croisant les faisceaux externes pour aller s'épanouir en feuilles. Ces faisceaux sont formés par ceux de la couche précédente, qui sont devenus de plus en plus internes, et par les rameaux produits par les fibres même les plus serrées, mais notamment par celles qui se courbent pour s'échapper de la tige; les fibres sont en général spiralées, de sorte que dans une coupe verticale elles paraissent entrer dans la tige par une extrémité, et par l'autre en sortir. Elles sont tellement entrecroisées et anastomosées que le stipes d'un palmier ne peut être fendu comme les troncs des Dicotylédonés. *f, f,* tissu aréolaire au milieu duquel sont dispersés les faisceaux centraux ; *g,* faisceau venant du centre,

croisant les faisceaux extérieurs et s'épanouissant en feuille ; *h*, faisceau central qui n'a pas atteint son point d'épanouissement et dont la partie supérieure est dans la couche fibreuse externe, où elle fournit des fibrilles ; *i*, un faisceau qui va s'épanouir et qui fournit une ramification.

Fig. 2. *a*, fibrilles qui sortent de la portion *b* de la couche médullaire externe et rentrent dans la portion *c* ; *d*, fibrilles assez grosses sortant de la portion *e* de la couche externe, tout-à-fait contre le point d'épanouissement de la grosse fibre *k* qui vient du centre, et paraissant en quelque sorte continue avec sa substance ; *f*, *f*, *f*, etc., fibrilles qui se joignent à la fibrille *d* et en augmentent le volume ; *g*, *g*, *g*, fibrilles qui se séparent de *d* à différentes hauteurs ; *h*, fibre assez grosse formée par *d* et se rendant dans la couche extérieure en *i* ; *j*, *l*, fibres semblables à *h* qui s'épanouiront plus haut.

Fig. 3. *a*, *a*, fibrilles très-fines, s'unissant successivement de manière à former une fibre d'un diamètre un peu plus gros, et fournissant en même temps des fibrilles d'anastomoses *b*, *b*.

Fig. 4. Suite de la précédente. *c*, base de la fibre encore très-ténue ; *d*, *e*, nouvelles fibres se joignant à la fibre principale ; *f*, partie supérieure de la fibre d'un volume déjà considérable.

Fig. 5. Suite de la précédente. *g*, corps de la fibre conservant ou augmentant son diamètre et devenant de plus en plus interne, allant quelquefois jusqu'au centre de la tige, d'autres fois ne s'avançant que jusqu'à la zone compacte, se recourbant au sommet pour s'épanouir, fournissant un rameau *h* qui continue la fibre, un rameau d'anastomose *i*, puis enfin se divisant en deux branches, *j*, *j*, qui s'amincissent au sommet pour percer la médulle externe *k*.

Fig. 6. *a*, portion supérieure d'une autre fibre, qui se courbe en *c* pour s'épanouir, après avoir donné seulement un rameau d'anastomose *b*.

Fig. 7. Une autre fibre *a*, recourbée en *b* pour s'épanouir après avoir donné seulement quelques fibrilles, *c*, *c*.

Fig. 8. Portion du tronc montrant les points d'épanouissement des fibres foliaires qui font éruption dans toute la circonférence,

parce que les feuilles sont amplexicaules. La partie médiane *a* de la feuille est un peu saillante, et présente un plus grand nombre d'ouvertures, parce que cette partie reçoit plus de faisceaux vasculaires; les points *b*, par où sortent les fibres, présentent des cavités peu profondes supérieurement, mais approfondies dans la partie inférieure, dans laquelle on voit l'extrémité des fibres sortant obliquement de bas en haut, et de dedans en dehors; la ligne *c* un peu enfoncée indique le point d'adhérence de la page supérieure de la feuille; elle fait le tour du tronc et se trouve plus élevée à la partie moyenne de la feuille.

TABLE DES MATIÈRES.

ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DES VÉGÉTAUX 1
STRUCTURE DES DICOTYLÉDONÉS. 19
Des tiges. 19
Description et disposition des parties 19
Accroissement. 27
I. Première période d'accroissement. — Constitution des faisceaux vasculaires. 27
II. Deuxième période d'accroissement. — Développement des faisceaux vasculaires 30
III. Troisième période d'accroissement.—Formation des couches concentriques. 41
IV. Quatrième période d'accroissement. — Distinction du bois et de l'aubier, des couches corticales et du liber. 45
Des racines. 51
Des feuilles 60
Feuilles opposées 62
Feuilles verticillées 77
Feuilles alternes. 87
Des bourgeons. 108
Des fleurs 114
Considérations sur la nutrition 122
Absorption. 123
Ascension de la sève. 124
Élaboration de la sève. 126
Descension de la sève. 129
Formation des parties. 131
STRUCTURE DES MONOCOTYLÉDONÉS 133
Des tiges 133
Description et disposition des parties 133
Accroissement 140
Des feuilles et des bourgeons 164
Des racines. 167
Considérations sur la nutrition. 179
RÉSUMÉ GÉNÉRAL 181
Éléments constitutifs, 181. *Dicotylédonés*. Tiges; disposition des parties, 183. Accroissement; 1.re période, 185. 2.e période, 187.

3.e période, 189. 4.e période, 190. Des racines, 191. Des feuilles, 193. Feuilles opposées, 193. Feuilles verticillées, 196. Feuilles alternes, 197. Des bourgeons, 201. Des fleurs, 203. Considérations physiologiques, 206. *Monocotylédonés.* Tiges; disposition des parties, 207. Accroissement, 209. Des feuilles et des bourgeons, 210. Des racines, 211. Considérations physiologiques, 213.

EXPLICATION DES PLANCHES 214

PLANCHE I, 214. *Cucurbita Pepo*, racine, 214; tige, 216.

PLANCHE II, 219, *Cucurbita Pepo* (suite), 219. *Cucumis Melo*, 222.

PLANCHE III, 223. *Cucumis Melo* (suite), 223; *Vinca major*, 225; *Ligusticum Levisticum*, 225.

PLANCHE IV, 226. *Chelidonium majus*, 226.

PLANCHE V, 229. *Chelidonium majus* (suite); *Bocconia cordata*.

PLANCHE VI, 233. *Ricinus communis*, 233; *Menispermum canadense*, 235; *Asclepias syriaca*, 237.

PLANCHE VII, 239. *Cannabis sativa*, 239; *Ficus elastica*, 239; *Rhus typhinum*, 241; *Platanus orientalis*, 242.

PLANCHE VIII, 243. *Bela vulgaris*, 243.

PLANCHE IX, 245. *Impatiens Balsamina*, 245.

PLANCHE X, 248. *Daucus Carotta*, 248; *Sambucus laciniata*, 249; *Sambucus nigra*, 252.

PLANCHE XI, 253. *Centranthus ruber*, 253; *Clematis vitalba*, 254.

PLANCHE XII, 256. *Rubia tinctorum*, 256; *Aristolochia Clematitis*, 258; *Aristolochia Siphe*, 261.

PLANCHE XIII, 262. *Æsculus Hippocastanum*, 262; *Syringa vulgaris*, 265; *Richardia Scabra*, 265; *Phyllis Nobla*, 265; *Asperula taurina*, 266; *Asperula odorata*, 266.

PLANCHE XIV, 267. *Galium glaucum*, 267; *Populus angulata*, 268; *Apocinum hypericifolium*, 268; *Lunaria rediviva*, 268.

PLANCHE XV, 270. *Apium graveolens*, 270; *Helianthus tuberosus*, 273.

PLANCHE XVI, 274. *Aloe fruticosa*, 274; *Arundo donax*, 277; *Iris germanica*, 278.

PLANCHE XVII, 279. *Yucca aloifolia*, 279; *Pandanus odoratissimus*, 281.

PLANCHE XVIII, 282. *Pandanus odoratissimus* (suite), 282.

PLANCHE XIX, 283. *Dracœna Draco*, 288.

PLANCHE XX, 285. *Petit palmier à fibres noires*, de la collection de Paris, 285.

PLANCHE XXI, 287. *Palmier à fibres rouges*, du commerce de Paris, 287.

Fig. 2.

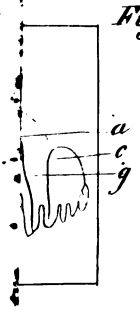


Fig. 3.

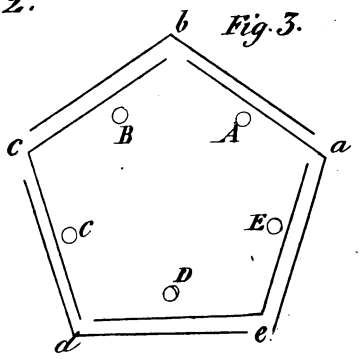


Fig. 2.

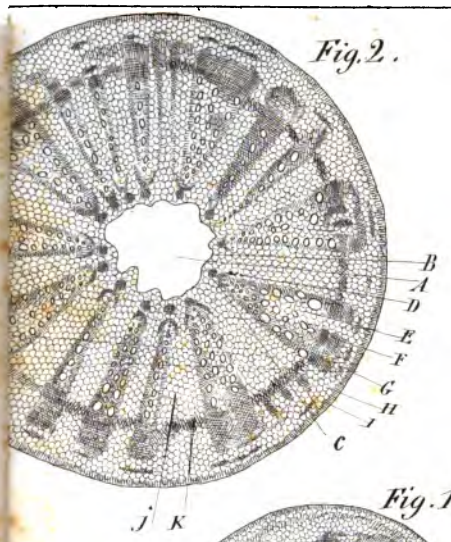


Fig. 1.

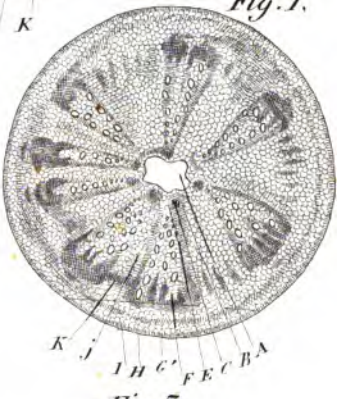
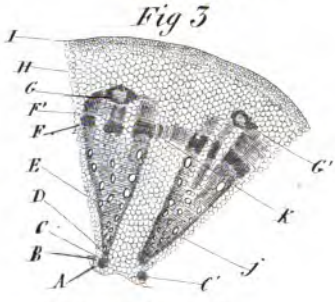
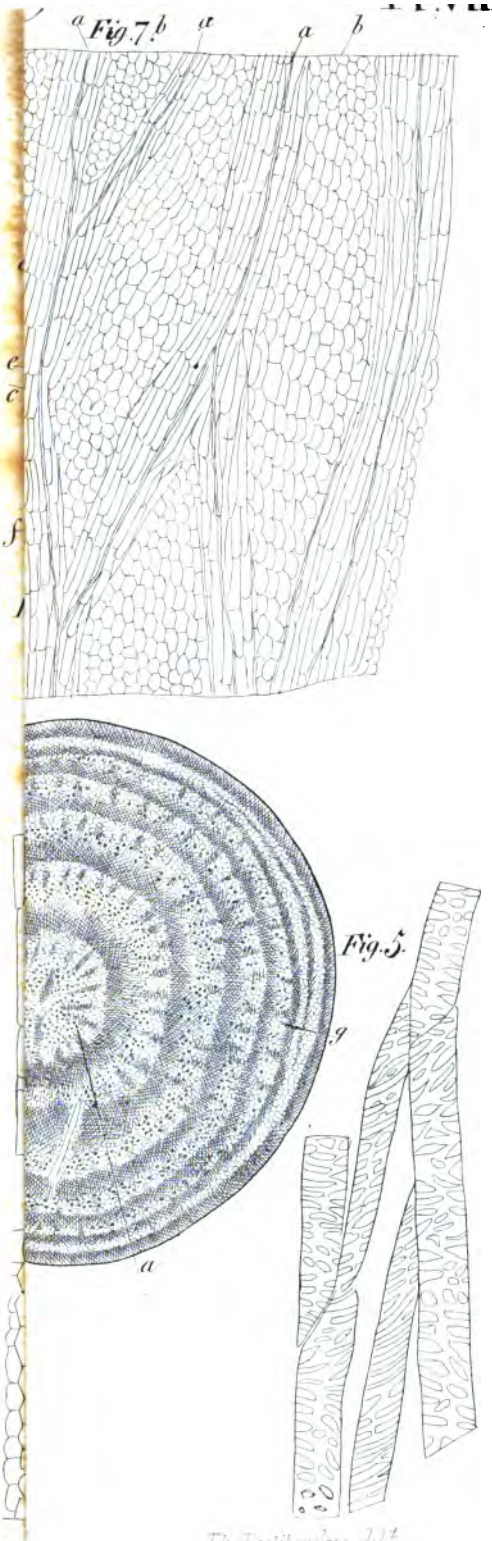


Fig 3



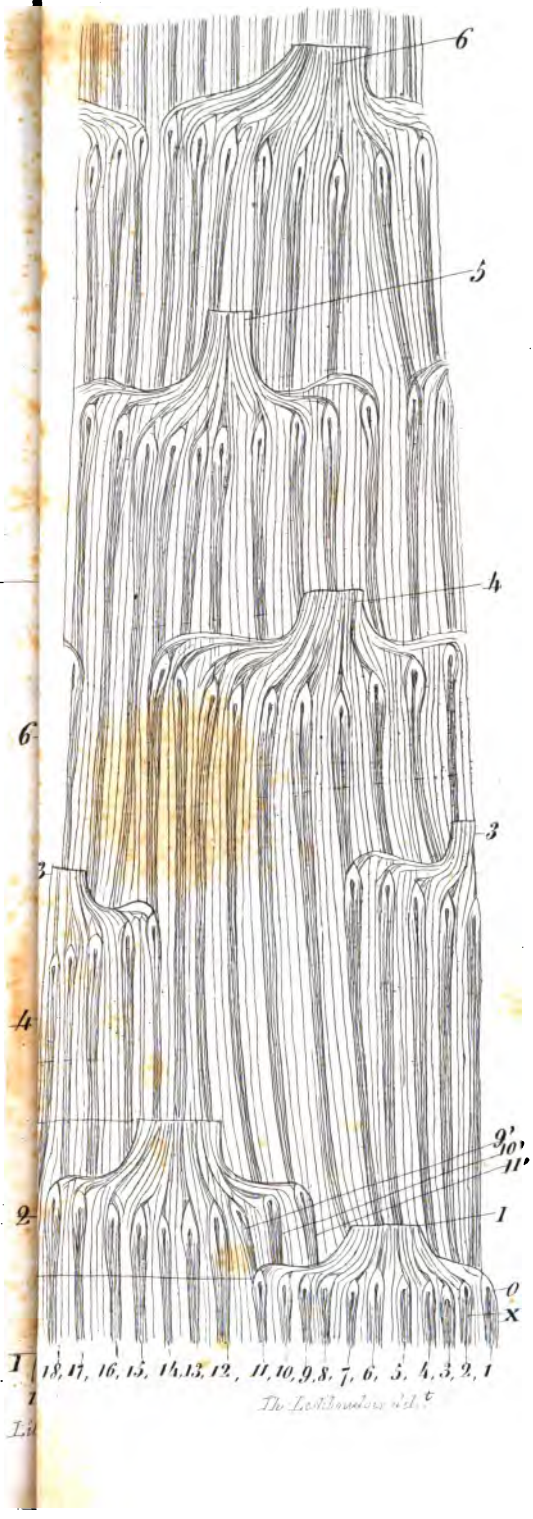
Th. Lisbonnois, delt.



Th. Leclibendorf, delt.

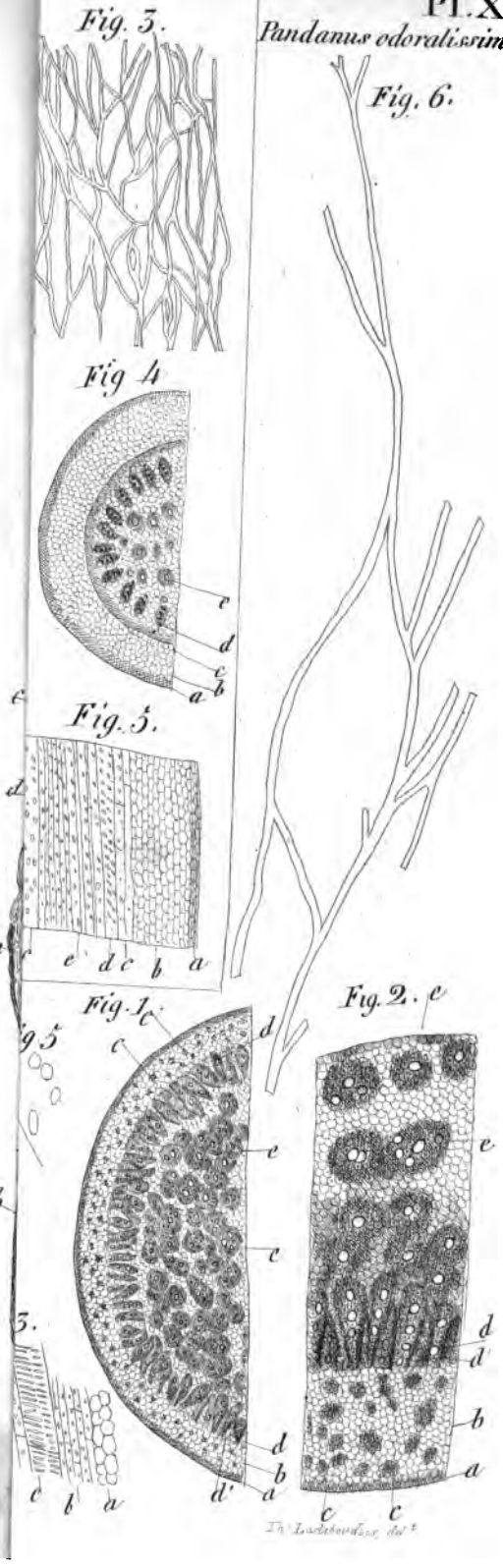
Pl. XV.

Fig. 4.


6
5
4
3
3
9'
10'
11'
1
0
X
18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1
Th. Lestiboudois del.t

Pl. XVII.

Pandanus odoratissimus.



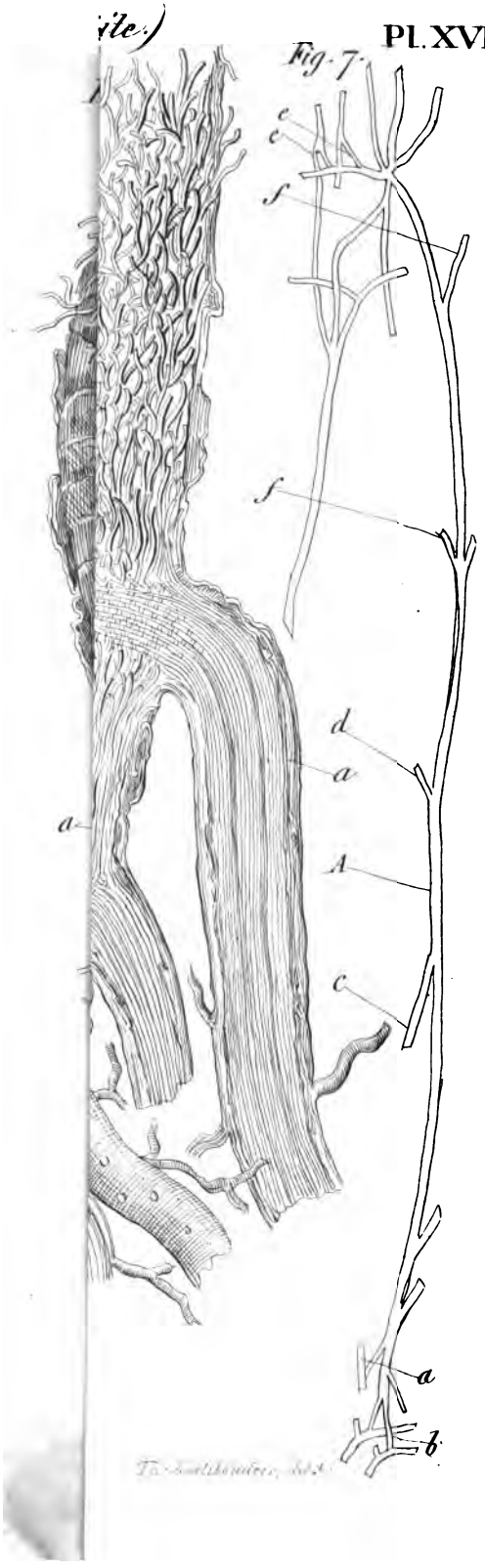


Fig. 7.
e
e
f
f
d
a
a
A
c
a
b

PI. XIX.

Fig. 5. bis.

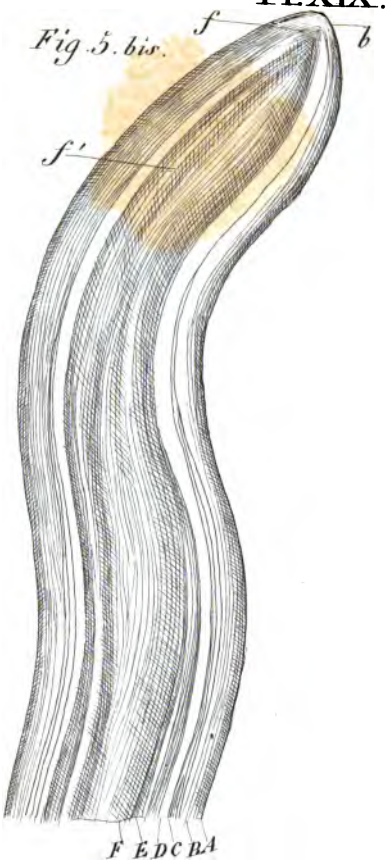
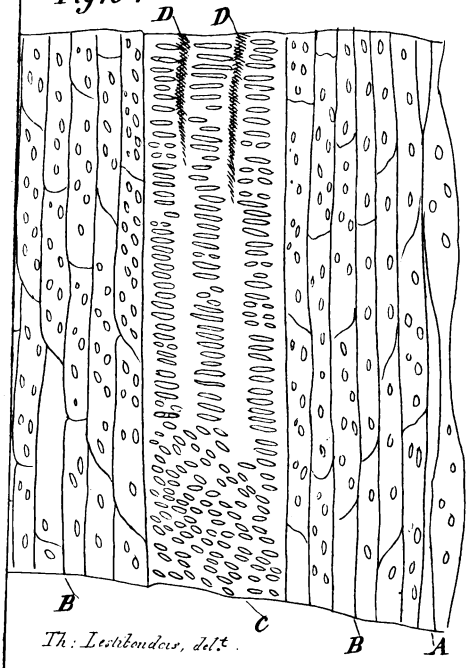


Fig. 8.

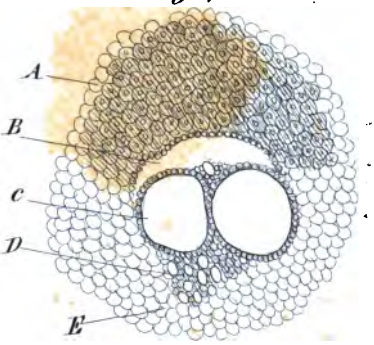


Th: Lestibondois, del.t

Pl. XX.

Fig. 6.

Fig. 7.



10.

Fig. 11.

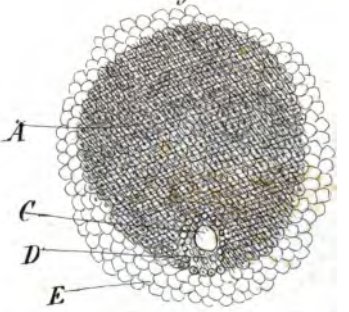


Fig. 14.

Th: Lestiboudois, del.t

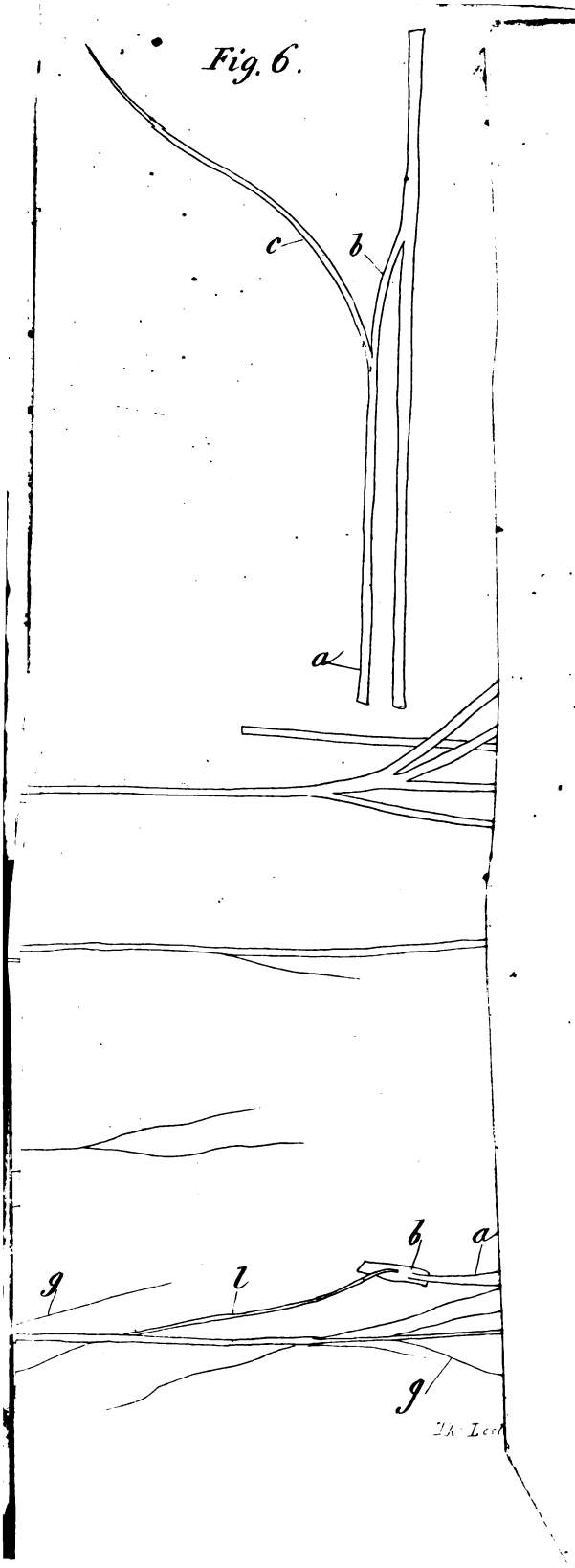


Fig. 6.
c
b
a
b
a
g
l
g

RETURN TO → NATURAL RESOURCES LIBRARY
40 Gianinni Hall Tel. No. 642-4493

LOAN PERIOD 1	2	3
[redacted]		
4	5	6

BOCC BOCC

ALL BOOKS MAY BE RECALLED AFTER 7 DAYS

DUE AS STAMPED BELOW

AUG 06 1992

INTERLIBRARY LOAN
JUL 0 2 1992
UNIV. OF CALIF., BERK.

AUG 14 -3 PM

UNIVERSITY OF CALIFORNIA, BERKELEY
FORM NO. DD0, 50m, 1/82 BERKELEY, CA 94720

U.C. BERKELEY LIBRARIES
C039306246